

دار الفکر للطباعة
٢٠٠٥
مكتبة الشريعة
بغداد

سلسلة
العلوم
الدعوية

الکیمیاء وحیثا لنا الیومیة

د. أحمد مدحت إسلام



الْكَمِّيَّاتُ
وَحَيَاتُنَا الْيَوْمِيَّةُ
د. أحمد مدحت إسلام



برعاية السيد
وزير التعليم

المشرف العام	الجهات المشاركة:
د. ناصر الأنصاري	جمعية الرعاية الشاملة المركزية
	وزارة الثقافة
	وزارة الإعلام
الإشراف الطبيعى	وزارة التربية والتعليم
محمود عبد المجيد	وزارة التنمية المحلية
	وزارة الشباب
الفلاف والإشراف الفنى	التنفيذ
صبرى عبد الواحد	الهيئة المصرية العامة للكتاب
ماجدة عبد العليم	

تصليح

كتاب «الكيمياء وحياتنا اليومية»، مرجع بالغ الأهمية في تخصصه، حيث أصبحت الكيمياء عنصراً فاعلاً وأساسياً في كثير من مفردات حياتنا المعاصرة. فالكيمياء، علم يختص بدراسة خواص المواد، وتفاعلاتها، ويوضح لنا طرق تحويل المواد الخام إلى مواد جديدة تساعد في سد احتياجاتنا المتغيرة.

يتمرض الكتاب لبدايات نشأة علم الكيمياء، وهو ما يُعرف حديثاً بـ«الكيمياء القديمة»... بدءاً من تجارب الصينيين الأولى وتجارب علماء المسلمين الأوائل، وقبلها هذه التجارب الفريدة من نوعها التي قدمها للعالم كله المصريون القدماء منذ نحو ١٩٠٠ عام قبل الميلاد، عارضاً لأهم المؤلفات الثمينة في هذا التخصص وهكذا، يتقدم البحث فصلاً فصلاً، وصولاً إلى دور الكيمياء في مجال الدواء. مبيّناً أبرز الانتصارات العلمية في هذا المجال.

وضع هذا الكتاب الدكتور أحمد مدحت إسلام، أستاذ الكيمياء العضوية المتفرغ والعميد السابق لكلية العلوم بجامعة الأزهر، وصاحب الأطروحات العلمية العديدة، التي لعبت دوراً كبيراً في تبني دور العلم في حياتنا المعاصرة. وتقدم «مكتبة الأسرة» هذا العام، هذا الكتاب للقارئ، والذي صدرت طبعته الأولى عام ١٩٩٦.

مكتبة الأسرة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿... إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ
عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ
عَزِيزٌ غَفُورٌ﴾ (٢٨)

[فاطر].



المحتويات



مقدمة

٩ - ١٢

١٣ - ٢٠

الباب الأول : الكيمياء القديمة

٢١ - ٢٨

الباب الثاني : اكتشافات ساعدت على تقدم علم الكيمياء

سر الاحتراق واكتشاف الغازات - الذرات والجزيئات -

الرموز والمعادلات الكيميائية

٢٩ - ٤٨

الباب الثالث : الكيمياء والفلزات

الحديد - الصلب - الألومنيوم - الرصاص - النحاس -

الزنك - المغنسيوم - الذهب - القصدير - النيكل -

البلاتين - الكروم - الكوبلت - المنجنيز - الفضة - الزئبق

- فلزات هامة أخرى

٤٩ - ٧٤

الباب الرابع : الكيمياء واللافلزات

الأكسجين والتروجين - الفوسفور والكربون - الكبريت

ومركباته - الهالوجينات ومركباتها - السليكون ومركباته

٧٥ - ٨٦

الباب الخامس : دور الكيمياء في مجال الكساء

الالياف الطبيعية والصناعية - الحرير الصناعي - النايلون

- ألياف صناعية أخرى - ألياف الزجاج

٨٧ - ١٠٠

الباب السادس : دور الكيمياء في مجال الغذاء

الكربوهيدرات - الدهون - البروتينات والإنزيمات -

الفيتامينات

الباب السابع : دور الكيمياء فى مجال الزراعة. ١٠١ - ١١٤

المخصبات - المبيدات - الأضرار الناشئة عن استخدام
المخصبات.

الباب الثامن : دور الكيمياء فى مجال الصناعة. ١١٥ - ١٤٦

الأصبغ والمواد الملونة - اللدائن - المطاط - المنظفات
الصناعية والشامبو.

الباب التاسع : دور الكيمياء فى مجال الدواء. ١٤٧ - ١٦٠

المواد المطهرة - المسكنات والمهدئات ومواد التخدير -
المواد المنبهة - مركبات السلفا - المضادات الحيوية -
مضادات الملاريا - انتصارات أخرى للكيمياء فى مجال
الدواء.



مقدمة



تلعب الكيمياء دورا هاما في حياتنا اليومية، فهي فرع من فروع العلم يختص بدراسة خواص المواد وتفاعلاتها، ويسين لنا الطريق لتحويل كثير من المواد الخام الموجودة في الطبيعة حولنا، إلى مواد أخرى جديدة تسهم في سد احتياجات الإنسان وتوفير متطلباته المختلفة.

وقد كان الإنسان في الزمن القديم لا يستخدم في حياته إلا ما يجده حوله من مواد، وهي مواد مصدرها الطبيعة ويراعها حوله كل يوم، فاستخدم الماء والهواء، وكان يبنى منزله من أخشاب الأشجار أو من كتل الصخور والأحجار، دون أن يغير بها شيئا، وكان يشعل نيرانه بما يجده حوله من أخشاب أو من كتل الفحم.

كذلك صنع الإنسان ملابسه من بعض الألياف الطبيعية التي وجدها حوله مثل القطن والكتان والصوف، وكانت الألوان التي يصبغ بها ملابسه مستخلصة من أصول نباتية أو أصول معدنية، كما كان الوقود الذي يضيء به أمسياته ولياليه لا يزيد عن كونه دهونا أو زيوتا مستخرجة من الحيوانات أو النباتات، وكان لا يعرف لعلاج أمراضه إلا بعض المكونات الفعالة التي يستخلصها من الأعشاب والنباتات.

وقد اشتغل بعلوم الكيمياء فيما مضى فئة خاصة من الناس في مختلف الحضارات، ولكن الكيمياء في ذلك الزمن لم تكن علما له أصول وقواعد كالتى نعرفها له اليوم، ولكنها كانت صنعة تقوم على الخبرة والمران، ولا يعرف أسرارها وأساليبها إلا القليل، ولذلك فنحن نسميها اليوم «الكيمياء» Alchemy، أو الكيمياء القديمة.

وتعتبر الكيمياء الحديثة امتدادا لهذه الكيمياء القديمة، وقد اقتصر علم الكيمياء في منشئه على دراسة تركيب بعض المواد الموجودة طبيعيا، فاكشف

تركيب الهواء وتركيب الماء، وعرف بعض الأملاح ودرس بعض تفاعلاتها، ثم تعلم الإنسان بمرور الوقت كيف يحضر المواد والمركبات ذات الأوزان الجزيئية الصغيرة، أى التى تحتوى جزيئاتها على عدد قليل من الذرات، والتى لا توجد فى الطبيعة، فحضر بعض الأحماض والقواعد وبعض الأملاح، وسميت هذه المواد بجزيئات من صنع الإنسان.

وقد اكتشف الإنسان فيما بعد أن كل ما يحيط به من مظاهر هذا الكون للكيمياء دور فيه، فجسم الإنسان يعتمد فى حركته وفى نشاطه على ما يدور فى خلاياه من تفاعلات كيميائية، وتعتبر الخلية الحية مسرحاً لهذه التفاعلات التى تحدث بين مئات المواد الكيميائية المتنوعة التى تسبح فى ما بها من سوائل. كذلك أدرك الإنسان أن الكون كله يتكون من ذرات وجزيئات كيميائية متنوعة الخصائص والصفات، وهى التى تصنع ما به من غازات وغبار كونى، وتكون كل ما نعرفه من سدم ونجوم ومجرات.

وعندما تمكن الإنسان من صنع جزيئات كيميائية جديدة، تمكن من تحضير مئات من المواد الجديدة التى ساعدته على تحسين ظروف حياته وأحوال معيشته، وبذلك أصبحت الكيمياء إحدى الوسائل الأساسية التى ساعدت على تقدم الإنسان، وساهمت مساهمة فعالة فى تطور المجتمع البشرى.

وقد زودت الكيمياء الإنسان بأنواع مختلفة من الأدوية، ساعدته على الصراع ضد الجراثيم والميكروبات، كما ساهم بعضها فى القضاء على الآلام. كذلك ساعدته بعض هذه الجزيئات الجديدة على صنع أنواع مستحقة من الألياف الصناعية، وكان بعضها بديلاً ممتازاً للألياف الطبيعية، بل إن بعضها قد فاق الألياف الطبيعية فى خواصه وصفاته، واستعملها الإنسان فى كثير من الأغراض التى تطلبها حياته الحديثة.

كذلك مكنت الكيمياء الإنسان من صنع أنواع من المطاط الصناعى، يفوق بعضها المطاط الطبيعى فى قوته واحتماله، ولولا ذلك لما استطاعت وسائل النقل أن تسير وتتحرك بهذا الكم الهائل الذى نراه فى شوارع مدننا وطرقها اليوم.

وقد حدث تطور مماثل فى كثير من مبادئ الصناعة الأخرى، فقد صنع الإنسان كثيرا من الأصباغ والألوان الجديدة التى جعلت حياتنا أكثر بهجة وسرورا، وظهرت بعض الأصناف الجديدة من المنظفات الصناعية ومن اللدائن والمواد اللاصقة والطلاءات، وهى سواد جديدة لم تكن معروفة من قبل، وكانت عاملا رئيسيا فى مقابلة متطلبات الحياة الحديثة للإنسان.

كذلك امتدت الكيمياء لتخدم الإنسان فى مجالات أخرى جديدة، فساهمت فى صنع أنواع من الزجاج اللازم لصناعة بعض العدسات والمرايا المستخدمة فى المراصد التى تستكشف أغوار الفضاء، كما كان لها دور فعال فى صناعة كثير من وسائل الاتصال التى نعرفها اليوم مثل الراديو والتلفزيون.

كذلك لعبت الكيمياء دورا هاما فى تقدم علوم الفضاء، فقد أدى التقدم فى صنع سبائك الفلزات وألياف الزجاج والكربون إلى تقدم صناعة الصواريخ وسفن الفضاء التى يجوب بعضها اليوم الفضاء الواقع بين كواكب مجموعتنا الشمسية.

ويتضح من كل ذلك أن علوم الكيمياء قد حققت للإنسان نصرا هائلا فى كفاحه من أجل التقدم والبقاء، وقد ازدهرت فى هذا العصر علوم الكيمياء ازدهارا عظيما بجميع فروعها وأنواعها، العضوية، وغير العضوية، والحيوية، والصناعية، والإشعاعية، والتطبيقية، وغيرها من المجالات الحديثة للكيمياء، حتى إنه يمكن أن يقال بحق أننا نعيش اليوم فى عصر الكيمياء.

وقد يبدو للبعض أن الكيمياء عبارة عن علم جاف وشديد الغموض، ولكنه فى حقيقة الأمر ليس كذلك. وسيحاول هذا الكتاب الابتعاد عن المعلومات الجافة والمتعمقة التى تحفل بها كتب الكيمياء الأخرى المتخصصة، وسيركز فقط على المعلومات البسيطة التى يتعين علينا معرفتها دون أن نستغرق فى التفاصيل، ودون أن نصيب القارئ بالملل.

ولن نذكر فى هذا الكتاب شيئا عن كيمياء المفرقعات أو الغازات السامة أو كيميائيات الحرب، فهذه المجالات لا تخدم الإنسان فى حياته وإنما تستخدم فى غير

مجالات السلم. وسنعرض على القارئ بعض المجالات الهامة التى كان للكيمياء فيها دور هام فى خدمة الإنسان، مثل مجال الكساء ومجال الغذاء ومجال الزراعة وغيرها من مجالات الصناعة الأخرى.

ويحتوى الكتاب كذلك على بعض المعلومات عن تاريخ الكيمياء فى مختلف الحضارات وهى قصة غنية بوقائعها، وامتزجت فى مراحلها الأولى بكثير من السحر والشعوذة، ولكنها أدت فى نهاية الأمر إلى ظهور علم راسخ له أصوله وقواعده، وساهم إلى حد كبير فى تقدم الإنسان وفى رفاهيته.



الباب الأول

الكيمياء القديمة

- تعريف الكيمياء عند العلماء.

- تجارب أهل الصين في الكيمياء القديمة.

- تقدم الكيمياء على يد المسلمين.

- المؤلفات الثمينة في الكيمياء.



من المعتقد أن كلمة «الكيمياء» Alchemy كلمة عربية الأصل، وأنها تعنى عند العرب الصنعة التى اشتهر بها سكان أرض «كيم Khem»، وهو الاسم الذى عرفت به أرض مصر فى ذلك الزمان.

ويرى بعض المؤرخين أن عصر الإغريق كان نقطة البداية بالنسبة للحضارة الغربية بكل ما تتضمنها من فروع العلم والمعرفة، ولكن من الخطأ أن نغفل تأثير الحضارات القديمة مثل حضارة أهل بابل وآشور، وحضارة الصين، وحضارة المصريين القدماء، ولا بد أن هذه الحضارات التى شيدت برج بابل، واكتشفت البارود، وأقامت الأهرام الخالدة على مر الزمان قد شاركت بنصيب وافر فى ركب الحضارة وفى تقدم المعرفة.

فالمصري القديم الذى عاش على ضفاف النيل العظيم عرف الكيمياء منذ زمن بعيد، فقد استخرج من أحجار الأرض نحاساً وذهباً، وصنع من رمال الصحراء زجاجاً، ومن طمى النيل فخاراً، كما صنع أنواعاً من الألوان والطلاء ما زالت تزين جدران معابده حتى الآن، وتزيدها جمالاً وبهاءً.

وتدل أوراق البردى التى اكتشفها عالم المصريات الألمانى «إيبرس» وعرفت باسم أوراق «إيبرس Ebers Papyrus»، والتى كتبت منذ نحو ١٩٠٠ عام قبل الميلاد، على أن المصريين قد حققوا نجاحاً فى مجال العلاج والأدوية، فاستخدموا خليطاً من مسحوق السينا وزيت الخروع فى علاج الإمساك، وأوراق النعناع فى علاج سوء الهضم، كما كانوا يصنعون العطور من زيت الياسمين وزيت الورد وزيت البنفسج، كما استخدموا مزيلات الروائح مثل زيت الليمون والقرفة تحت الإبط، وزيت اللوز لتطرية الجلد، وصنعوا الكحل من أكسيد النحاس الأسود وأكسيد الإيتيمون، كما حضروا بعض الأصباغ الحمراء للشفاء وللخدن.

كذلك تدل براعة المصريين القدماء فى التحنيط على معرفتهم بخواص كثير من المواد، وبكثير من أسرار الكيمياء وخباياها، وما زالت المياوات بيتنا حتى اليوم بعد انقضاء آلاف السنين على وفاة أصحابها.

وقد كان الصناع المصريون فى عهد الأسرة الفرعونية الثامنة عشرة، يعلمون كثيراً من أسرار صناعة الزجاج، وقد عثر على إبريق زجاجى عليه صورة

«لتحتس الثالث» (١٥٠١ قبل الميلاد) وعلى حلى زجاجية بها رسم «لامينوفيس الأول» (١٥٥٥ قبل الميلاد)، كما تم العثور على رأس صغيرة من الزجاج يعتقد أنها جزء من تمثال «لامنحتب» الثاني الذي حكم مصر منذ نحو ١٤٠٠ سنة قبل الميلاد.

كذلك يقال : إن بعض المشتغلين بالكيمياء فى مصر القديمة قد برعوا فى صنع السبائك وكانوا يبيعون بعضها فى الأسواق على أنها فضة أصلية وذهب خالص. ويقال : إن الإمبراطور «ديوقلتيان Diocletian» أمر جنوده بإحراق المخطوطات التى تحتوى على أسرار هذه الصنعة، وكان ذلك عام ٢٩٠ ميلادية، وربما كان ذلك هو السبب فى أننا لا نجد اليوم شيئا يذكر من هذه المخطوطات التى تتناول أعمال المشتغلين بهذه الصنعة من المصريين.

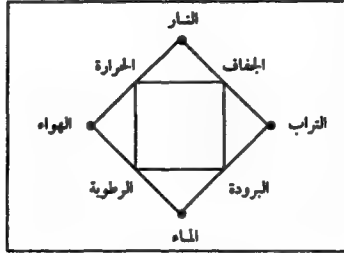
وقد انتقلت أسرار صناعة الزجاج من مصر القديمة إلى كل من الإغريق والرومان، وكذلك انتقلت معها أسرار صنعة الكيمياء التى كانت تقوم أساسا على المران واكتساب الخبرات، والتى كانت أسرارها تتركز أساسا فى يد طبقة الكهنة ومسندة المعابد.

وقد كان لأهل الصين تجارب فى الكيمياء القديمة، وكان الهدف الأساسى من هذه التجارب هو اكتشاف مواد يمكن أن تطيل العمر أو تمنع أجساد الموتى من الفساد.

وكان الصينيون يعتقدون أن الكون يتكون من خمسة عناصر: هى الماء، والنار، والخشب، والفلز، والأرض. وقد جاء فى «كتاب تاو Book of Tao» الذى كتب عام ٥٥٠ قبل الميلاد أن طاقة الكون تنقسم إلى شكلين هما: «يانج Yang»، وهو شكل مذكر ونشط ويشبه النار، والآخر «يى Yin»، وهو شكل أنثى وسلبى ويشبه الماء. وكانوا يعتقدون أن الذهب ياتج نقى، وأن له القدرة هو والجمست على حفظ الأجسام من الفساد، ولهذا كانوا يدفنون الموتى فى صناديق من الجمست وتسد فتحاتهما بقطع من الذهب.

ومن المعتقد أن أرسطو كان أول فلاسفة الإغريق الذين وضعوا تصورا للمادة الأولية «Prime Matter» التى يتكون منها الكون، وتفترض هذه النظرية أن الكون يتكون من أربعة عناصر هى: التراب، والهواء، والنار، والماء، وأن هذه العناصر

تربطها أربعة خواص هي : الجفاف، والرطوبة، والحرارة، والبرودة، باعتبار أن النار جافة وساخنة، والتراب بارد وجاف، والماء رطب وبارد، والهواء ساخن ورطب.



نظرية العناصر الأربعة لأرسطو

ولم يكن لهذه النظرية سند تجريبي، فقد كان العمل البدوي يتعارض مع تقاليد الفلاسفة، وكانت كل أعمالهم تعتمد على التأمل وإعمال الفكر فقط.

وقد ساعدت هذه النظرية كثيرا من الناس على الاعتقاد بأن هناك شيئا ما يحمل سر هذا الكون، ومن هنا نشأت فكرة البحث عن «حجر الفلاسفة» Philosopher's Stone، فقد كانت هذه النظرية تفترض أن كل شيء في هذا الكون يتكون من هذه العناصر الأربعة ولكن بنسب مختلفة، وأن تغير هذه النسب مع تغيير الخواص يمكن أن يحول عنصرا خفيا مثل النحاس إلى عنصر ثمين مثل الذهب، وأن حجر الفلاسفة هو القادر على إحداث التغير المطلوب.

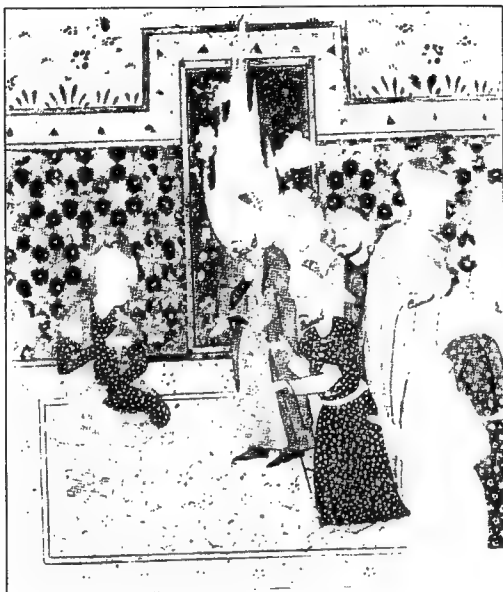
وقد قام الكيميائيون القدماء بإجراء مئات من التجارب لهذا الغرض فاستعملوا مواد الكبريت والزرنيخ وغيرها من المواد، وقاموا بتسخينها أو تبخيرها أو تعطينها، أو حتى تركها حتى تفسد، ولكن هذه التجارب كلها باءت بالفشل. ومع ذلك فقد كان لمثل هذه التجارب العشوائية نفع كبير، فقد أدت إلى اكتشاف مسود جديدة في بعض الأحيان، كما ساعدت على اكتشاف بعض المبادئ والملاحظات التي ساعدت فيما بعد على تقدم علم الكيمياء.

وقد كان لعلماء المسلمين في عهد الدولة الإسلامية دور كبير في المساعدة على تقدم الكيمياء، فعندما غزا العرب مصر في القرن السابع الميلادي، ودخلوا مدينة الإسكندرية عام ٦٤١ ميلادية، وجدوا جزءا كبيرا من مكتبتها الشهيرة قد دمرته الاضطرابات التي سادت المدينة نتيجة للمنازعات السياسية والاضطهاد الديني، ولكنهم استطاعوا إنقاذ كثير مما تبقى من مخطوطاتها ونقلوها فيما بعد إلى بغداد. كذلك فعل بعض العلماء الذين صاحبوا الجيوش الإسلامية في غزواتها للدول الأخرى، فنقلوا إلى بغداد مئات من الكتب والمخطوطات في كل فروع العلم وقاموا بترجمتها من لغاتها الأصلية مثل الإغريقية والسريانية واللاتينية والفارسية إلى اللغة العربية، وبذلك أصبحت كل هذه العلوم والمعارف في متناول كل الدارسين من العرب والمسلمين.

وقد ظهر في عهد الدولة الإسلامية عدد كبير من العلماء مثل ابن سينا، وابن الهيثم، وابن النفيس، والبيروني، والبتاني، وكان من بينهم من علماء الكيمياء، جابر بن حيان (٧٣٧ ميلادية) وأبو بكر الرازي (٨٥٤-٩٣٢ ميلادية).

وكان جابر بن حيان أول من وضع قواعد ثابتة لإجراء التجارب، وقدم الميزان، والانبيق والتنور، واستخدمهما في التقطير والتبخير، وعرفهما الغرب بعد ذلك باسم «Alenbic» و«Athanor». وقد ترك لنا جابر عددا كبيرا من المؤلفات في الكيمياء، منها «صندوق الحكمة» و«المجموعة الكاملة»، وقد ترجمت أكثر كتبه إلى اللغة اللاتينية في العصور الوسطى في أوروبا، وعن طريقها سمع الأوروبيون لأول مرة عن التجربة العلمية المخططة، وعن عشرات من العمليات الكيميائية مثل التقطير والتبخير والترشيح والتكليس والتبييض والسحق والإلغام، كما سمعوا لأول مرة كذلك عن كثير من المواد التي حضرها مثل الراسب الأحمر (أكسيد الزئبق) والزرغفر (كبريتيد الزئبق)، والرهج (كبريتيد الزرنيخ)، والحل المصعد (حمض الخليك) وحمض الأترج (حمض الستريك) وغيرها.

وقد كان لجابر بن حيان فضل تحضير حمض التريك وأسماء «الماء الحاد» وكذلك تحضير حمض الهيدروكلوريك، كما كان لأبي بكر الرازي فضل تحضير حمض الكبريتيك وأطلق عليه اسم «زيت الزاج».



جابر بن حيان في صومعته يستقبل بعض تلاميذته ومريديه

وقد ترك الرازى عدة مؤلفات ثمينة فى الكيمياء من بينها كتاب «سر الاسرار» الذى ترجم إلى اللغة اللاتينية فى العصور الوسطى تحت اسم «Secreta Secretorum» ووصف فى هذه الكتب التجهيزات العملية التى استخدمها، كما وضع فيها منهجا علميا ليسير عليه عامة المشتغلين بالكيمياء. ويتضح من ذلك أن الكيمياء قد بدأت فى التحول إلى علم تجريبي له قواعده وأصوله على يد علماء الدولة الإسلامية، وعن طريقهم انتقل الاهتمام بالتجارب المخططة والهادفة إلى أوروبا. كذلك كان علماء المسلمين هم أول من حضّر الأحماض المعدنية الثلاثة، وهى تعتبر حجر الزاوية فى تجارب الكيمياء، بالإضافة إلى أنهم كانوا أول من وضع المنهج العلمى الخاص بالتجربة والملاحظة والاستنتاج.



الباب الثاني

اكتشافات ساعدت على تقدم علم الكيمياء

- سر الاحتراق واكتشاف الغازات.

- الذرات والجزيئات.

- الرموز والمعادلات الكيميائية.



كان الناس فى العصور الوسطى فى أوروبا ما زالوا يصدقون دعوى الالكيميون بأن حجر الفلسفة شىء حقيقى ويمكن الحصول عليه، وأنه يمكن أن يحول الفلزات الخفيفة إلى فلزات نغسية، وكان السبب فى تصديقهم لهذه الدعوى، أنها إذا تحققت فسوف تدر على من يقوم بها أموالا طائلة، وستضعه فى مصاف أصحاب السطوة والنفوذ.

ولم يكن هذا التصديق عاما بين الناس وخاصة بين الفلاسفة والمفكرين، فعندما اطلع بعض منهم على كتب الكيميائيين العرب المترجمة إلى اللاتينية فى نهاية القرن الثالث عشر، عرفوا قيمة التجربة العلمية والملاحظة والاستنتاج، وشجعهم ذلك على إجراء مزيد من التجارب، وظهر من بينهم كثير من المشتغلين بتجارب الكيمياء أمثال «ألبرتو ماجنوس» الذى اعتبرته الكنيسة الكاثوليكية قديسا عام ١٩٣٢، و«بارا سلسوس» (١٤٩٣-١٥٤١) وكان طبيبا يعالج الناس بالمجان، وتركزت أعماله فى محاولة الحصول على مركبات جديدة تصلح لعلاج الأمراض، وكانت هذه هى أولى الخطوات فى تقدم ما نعرفه اليوم باسم الكيمياء الطبية.

كذلك ظهر «فرانسيس بيكون» (١٦٢٦) الذى كان يرى ضرورة كتابة التجارب حتى يمكن إعادةنها، كما كان يرى ضرورة اجتماع العلماء معا للمشاورة وتبادل الآراء فيما بينهم.

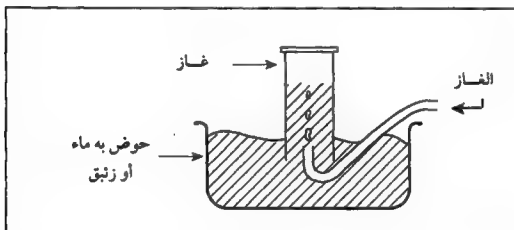
سر الاحتراق واكتشاف الغازات:

كان «روبرت بويل» عضوا فى الجمعية الملكية بلندن التى تأسست عام ١٦٦٠ ولم يكن راضيا عن نظرية أرسطو، وكان اشتعال المواد التى يسمونها كبريتا سرا مغلقا على كل الأذهان. وقد وجد «بويل» أن بعض الأجسام ينحل بالحرارة ويحترق على حين لايتأثر بعضها الآخر بالحرارة، بل قد تعطى مواد جديدة فى صفاتها مثلما يحدث عند تسخين ملح قلووى مع الرمال ليعطى زجاجا.

وكان أول من حاول تفسير ظاهرة الاحتراق هو «جورج إرنست شتال» (١٦٦٠ - ١٧٣٤) فاقترح أن المواد التى تقبل الاشتعال تحتوى فى تركيبها على ما أسماه «الفلوجستين» وهو الذى ينطلق منها عندما تحترق على هيئة ضوء وحرارة.

وقد بينت التجارب فيما بعد أنه لا يتطلق من المادة شيئا ما عند اشتعالها، بل إن وزن بعض المواد يزيد بعد اشتعالها. ولم يكن غاز الأكسجين معروفا في ذلك الوقت بل كان الهواء نفسه يعتبر عنصرا بدلا من كونه خليطا من عدة غازات.

ويرجع السبب في عدم التعرف على الغازات، إلى عدم وجود وسيلة ما للإمساك بها ودراسة خواصها. وأول من ابتكر وسيلة لجمع الغازات رجل دين إنجليزي يدعى «ستيفن هالس»، فقد استعمل لهذا الغرض حوضا زجاجيا مملوءا بالماء، ونكس فيه مخبارا مدرجا ممتلئا بالماء كذلك، ودفع الغاز بواسطة أنبوبة رفيعة يدخل أحد أطرافها في الفوهة السفلى للمخبار، فتصاعد منها فقاعات الغاز لتحل تدريجيا محل بعض ما به من ماء.



حوض «هالس» لجمع الغازات

ويمكن ملء الحوض والمخبار بالزئبق إذا كان الغاز المطلوب جمعه يتفاعل مع الماء أو يذوب فيه.

وأول من قام بتجارب رائدة في مجال اكتشاف الغازات هو «جوزيف بريستلي» (١٧٣٣ - ١٨٠٤)، فقد قام عام ١٧٧٤ بتسخين أكسيد الزئبق الأحمر بواسطة عدسة محدبة، ولاحظ ظهور قطرات صغيرة من الزئبق في جزء الأكسيد الواقع في بؤرة العدسة، كما لاحظ تصاعد فقاعات من الغاز من بين حبيبات الأكسيد. وعندما جمع هذا الغاز تبين له أنه لا يشتعل ولكن يساعد على الاشتعال وأطلق عليه اسم «الهواء الحثالي من الفلوجستين».

ولم يكن «بريستلى» أول من اكتشف غاز الأكسجين فى حقيقة الأمر، فقد سبقه إلى ذلك صيدلى سويدى يدعى «كارل ولهلم شيل» (١٧٤٢-١٧٨٦) وأطلق عليه اسم «هواء النار» ولكنه لم ينشر بحثه إلا فى نهاية عام ١٧٧٦، ولذلك دخل اسم «بريستلى» تاريخ الكيمياء باعتباره أول من أعلن اكتشاف الأكسجين.

وفى هذا الوقت نفسه تقريبا اكتشف «أنطوان لافوازييه» (١٧٤٣-١٧٩٤) فى باريس أن الهواء يتكون من نوعين من الغازات، وأن أحد هذين الغازين تمتصه الشمعة المشتعلة فى حيز مغلق من الهواء على حين يتبقى الجزء الأكبر من الهواء كما هو بعد أن تنطفئ الشمعة.

وقد اتضح فيما بعد أن الجزء الذى تمتصه الشمعة فى أثناء احتراقها هو نفسه الهواء الخالى من الفلوجستين وهو أيضا «هواء النار»، وأطلق عليه لافوازييه اسم «أكسجينوم» ويعرف حاليا باسم الأكسجين. وقد أدت هذه التجارب إلى اكتشاف سر الاحتراق، فهى فى حقيقة الأمر عملية أكسدة يتحد فيها أكسجين الهواء مع المادة مع ظهور ضوء وحرارة.

الذرات والجزيئات

إن فكرة تكون المادة من دقائق صغيرة فكرة قديمة نادى بها بعض مفكرى الإغريق، ولكن أحدا لم يأخذ ذلك مأخذ الجد حتى جاء جون دالتون (١٧٦٦ - ١٨٤٤) وكان يعمل مدرسا للرياضيات فى مانشستر بإنجلترا وقدم نظريته الذرية عام ١٨٠٨.

وقد افترض «دالتون» أن جميع المواد تتكون من عدد هائل لا يمكن إدراكه من دقائق متناهية فى الصغر هى الذرات، وأن عمليات تحليل المادة تؤدى إلى فصل هذه الذرات ويؤدى التركيب إلى إعادة اتحادها معا. كذلك افترض أن الذرات لا تفنى ولا تستحدث، وأن لكل عنصر نوعا معينا من الذرات لا يتغير أبدا.

وفي نفس هذا الوقت تقريبا لاحظ «جاي لوساك» وكان يقوم ببعض التجارب في باريس حول تفاعلات الغازات، أنه إذا اتحد غازان لتكوين غاز ثالث، فإن النسبة بين حجم الغاز الناتج وحجمي الغازين المتفاعلين تكون دائما نسبة عددية بسيطة. واستنتج من ذلك أن الحجم الواحد من أى غاز من الغازات عند ضغط معين ودرجة حرارة معينة، يحتوى دائما على نفس العدد من الذرات. وقد ظل فرض «جاي لوساك» غير واضح، وكان دالتون من المعارضين لهذا الفرض، وكان يقول: كيف نبدأ بلترين من غازين مختلفين، ثم ينتهى التفاعل بينهما بتكوين لترين من الغاز الناتج بهما كذلك نفس العدد من الدقائق السابق وجوده في كل من الغازين المتفاعلين.

وقد حل هذه المشكلة أحد العاملين في حقل الفيزياء ويدعى «لورنزو روميو أميديو كارلو أفوجادرو» (١٧٧٦ - ١٨٥٦) بافتراض أن الذرات تتحد معا لتكوين ما يعرف بالجزيئات، وصاغ أفوجادرو فرضه كما يلي «الحجوم المتساوية من الغازات تحتوى دائما على نفس العدد من الجزيئات، عند نفس الضغط ودرجة الحرارة»، وعرف هذا باسم «فرض أفوجادرو».

وقد ألقت نظرية «دالتون» كثيرا من الضوء على تركيب مختلف المواد، وفسرت كثيرا من التفاعلات الكيميائية المعروفة من قبل، وأمكن عن طريق فرض أفوجادرو تعيين الأوزان الجزيئية لجميع الغازات بنسبتها إلى الهيدروجين الذى اعتبر وزنه مساويا للوحدة.

الرموز والمعادلات الكيميائية

كانت كتابات المشتغلين بالكيمياء فيما مضى على درجة عالية من الإبهام والغموض، وكانوا يرمزون لما يريدون وصفه برموز غامضة تشبه تلك الرموز التى كان المنجمون يستعملونها، فنسب الذهب إلى الشمس، والفضة إلى القمر، والرصاص إلى زحل، والحديد إلى المريخ، والزئبق إلى عطارد وهكذا، وبمضى الزمن زاد عدد العناصر التى عرفها الإنسان مما استلزم إطلاق أسماء خاصة عليها، ولكن هذه الأسماء لم تكن تصلح لوصف ما بينها من تفاعلات ولا لكتابة المعادلات التى تصف هذه التفاعلات.

وأول من وضع رموزا خاصة للعناصر كان العالم «برزيليوس» وكان يشتغل بالكيمياء والصيدلة في مدينة أوبسالا بالسويد. وقد اقترح «برزيليوس» أن يرمز لكل عنصر بحرف واحد أو أكثر من الأسماء اللاتينية لهذه العناصر، ومثال ذلك:

Carbon	C	Hydrogen	H
Oxygen	O	Natrium	Na
Nitrogen	N	Ferrum	Fe

وتستخدم هذه الرموز لكتابة صيغ المركبات فيكتب مثلاً جزئ أول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O) وجزئ سكر الفعصب ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)، كما أنها تستخدم في كتابة المعادلات الكيميائية، وهي تلقى الضوء على تركيب المواد.

وقد أدت هذه الاكتشافات وغيرها إلى تقدم علم الكيمياء، وأصبح للكيمياء كثير من الفائدة في مختلف المجالات، وساعدت على جعل حياة الإنسان أكثر يسرا ووفرت له كثيرا من احتياجاته ومتطلباته في حياته اليومية.



الباب الثالث

الكيمياء والفلزات

الحديد - الصلب - الألومنيوم - الرصاص - النحاس - الزنك -
المغنسيوم - الذهب - القصدير - النيكل - البلاتين - الكروم -
الكوبلت - المنجنيز - الفضة - الزئبق - فلزات أخرى هامة.



تعد الفلزات من أهم العناصر الكيميائية التي استخدمها الإنسان، والتي أثرت تأثيرا كبيرا في حياته اليومية. ونادرا ما توجد الفلزات في حالتها الحرة، ولكنها توجد في أغلب الأحوال على صورة بعض مركباتها مع غيرها من العناصر، مثل الأكسجين، والكبريت، والسليكون وغيرها، وتعرف هذه المركبات التي توجد طبيعيا باسم المعادن Minerals .

ولا تتوزع معادن الفلزات بشكل منتظم في قشرة الأرض، ولكنها توجد عادة في جيوب متناثرة هنا وهناك، ولا تتبع في ذلك نظاما معيناً أو قاعدة خاصة، ولذلك نجد أن بعض الدول غنية في ثرواتها المعدنية، وبعضها الآخر قد يفتقر إلى بعض أنواع من هذه المعادن.

ومع ذلك يندر أن توجد معادن كل الفلزات في دولة واحدة، ولهذا نجد أن كل الدول - حتى الغنية في ثرواتها المعدنية - تحتاج إلى عمليات التبادل التجاري مع غيرها من الدول، حتى تحصل على كل ما تحتاجه من الخامات المعدنية الضرورية لصناعاتها وحياتها اليومية.

وقد لعبت الكيمياء دورا هاما في تركيز خامات الفلزات وفي التخلص مما قد يكون بها من شوائب، كذلك للكيمياء دور هام في استخلاص الفلزات من هذه الخامات، وفي تنقيتها وفي تكوين كثير من السبائك التي توجد بها نسب مختلفة من عدة فلزات، والتي كان لها نفع عظيم للإنسان في كثير من صناعاته مثل صناعة السيارات والطائرات وسفن الفضاء.

وقد عرف الإنسان بعض هذه الفلزات منذ زمن بعيد قد يمتد إلى نحو ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد، ولم يكن معروفا للإنسان في ذلك الحين إلا بعض الفلزات التي توجد أحيانا في حالتها الحرة وغير متحدة بغيرها، مثل النحاس، والذهب، والفضة، وكان الإنسان يجدها في الأماكن المكشوفة التي يسهل الوصول إليها، مثل الوديان أو سفوح الجبال، وكان أحيانا يبحث عنها في الحفر القريبة من سطح الأرض، وإن كان المصريون القدماء قد حفروا مناجم لاستخراج الذهب من باطن الأرض.

وقد صنع الإنسان القديم بعض أدواته من هذ الفلزات، واستخدم بعضها فى الزينة وغيرها من الأغراض، واستمر عصر استخدام النحاس أو البرونز (نحاس به قليل من القصدير) زمنا طويلا إلى أن تمكن من اكتشاف طريقة لاستخلاص الحديد من خاماته.

ومن المعتقد أن قدماء المصريين والأشوريين كانوا من أوائل الشعوب التى توصلت إلى اكتشاف فلز الحديد، ويرى العلماء أن هذا الاكتشاف كان مصادفة، وذلك عندما وضع الإنسان بعض الأحجار التى بها نسبة عالية من أكاسيد الحديد، حول الأخشاب المشتعلة فى أثناء إشعاله للنيران للتدفئة أو لتحضير الطعام، وعند تفحم هذه الأخشاب، قام الفحم الناتج منها باختزال أكاسيد الحديد فى هذه الحجارة الساخنة، وسال منها فلز لامع لفت الأنظار.

وعندما كرر الإنسان هذه التجربة توصل إلى اكتشاف طريقة فعالة لاستخلاص الحديد من خاماته الطبيعية، ومازالت هذه الطريقة التى تعتمد علي اختزال أكاسيد الحديد بواسطة الفحم مستعملة حتى اليوم وإن اختلفت فى تفاصيلها.

ولم تعرف كيمياء الفلزات بشكلها الحديث، والتى تختص بدراسة خواص الفلزات وطرق استخلاصها من خاماتها وتحضير مركباتها، إلا فى القرن السابع عشر، وإن كانت قد سبقت ذلك بعض المحاولات المماثلة فى بعض الحضارات السابقة.

وقد عرف الإنسان كثيرا من الفلزات بعد ذلك واستحدث طرقا لاستخلاصها من خاماتها، وصنع منها عشرات من السبائك التى تتكون من عدة فلزات ولها صفات أفضل من صفات كل فلز على حدة، ومن أمثلة هذه العناصر التى درج على استخدامها فى حياته اليومية، الحديد والصلب، والالومنيوم، والنحاس والرصاص، والزنك، والقصدير، والفضة، والذهب، والبلاتين، والكوبلت، والنيكل، والكروم، والصدوديوم، واليوتاسيوم، والكلسيوم وغيرها.

الحديد

يعد الحديد من أهم الفلزات التى يستخدمها الإنسان فى حياته الحديثة اليوم، فهو يعد هو والصلب المادة الرئيسية التى تصنع منها الآلات والأدوات

المستخدمة فى الصناعة والزراعة، فمته تصنع السيارات والقاطرات والجرافات ووسائل النقل الأخرى، كما تصنع منه بعض الأدوات والأجهزة المنزلية، مثل الثلاثات والغسالات. كذلك استخدم حديد الصلب فى بناء بعض الكبارى، وتم إنشاء أول هذه الكبارى فى إنجلترا عام ١٨٥١، كما استخدم فى بناء هياكل بعض المباني وأقيم أولها فى شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٨٠، وأقيم برج إيفل بأكمله من الحديد فى باريس بفرنسا عام ١٨٨٩.

ويتوافر الحديد فى قشرة الأرض، وتصل نسبته فيها إلى نحو ٥٪، ولا يسبقه فى ذلك إلا الألومنيوم الذى تصل نسبته فى قشرة الأرض إلى نحو ٨٪. ونادرا ما يوجد فلز الحديد فى حالته الحرة، ويغلب أن يوجد على صورة بعض أكاسيده، مثل الهيماتيت والليمونيت والمجنتيت، ويوجد الحديد فى دم الفقاريات فى الهيموجلوبين، وهو المسئول عن نقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم، ولهذا يعد الحديد من أهم الفلزات بالنسبة لحياة الإنسان، وإذا قلت نسبته فى جسم الإنسان، قيل أنه مصاب بالأنيميا.

وقد كان إنتاج الحديد مقصورا على بعض الدول التى سبقت غيرها فى النهضة الصناعية، مثل إنجلترا، وألمانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد السوفيتى السابق، ولكن كثيرا من الدول الأخرى بدأت فى وضع برامج للتصنيع والتنمية خاصة بها، مما اقتضى أن يكون على رأس هذه المشروعات التى تضممتها برامج التنمية، إنتاج الحديد، فهو عصب الصناعة وعصب الاقتصاد، ولذلك انتشرت صناعة الحديد فى كثير من الدول الأخرى مثل الهند، والصين، واليابان، وجمهورية مصر العربية، وبعض بلدان شرق أوروبا. وقد ترتب على ذلك زيادة إنتاج الحديد على مستوى العالم، وزاد إنتاجه على ٣٠٠ مليون طن فى العام.

ويستخلص الحديد من أكاسيده باختزالها بفحم الكوك الذى يحضر بتسخين الفحم الحجري بمعدل عن الهواء، ويخلو بذلك من المواد المتطايرة، وتصل نسبة الكربون الثابت فيه إلى نحو ٩٠٪. ويستخدم مع الفحم قدر معين من الحجر الجيري الذى يتم تكسيه إلى قطع صغيرة متساوية فى الحجم، ويفصل لإزالة ما به من طفل، ثم يجفف، ويساعد الحجر الجيري على صهر شوائب السليكا الموجودة بالخامة ويحولها إلى ما يعرف بالخبث.

وتتم هذه العملية في فرن عال قد يصل ارتفاعه إلى نحو ٣٠ متراً، وتبطن جدرانها الداخلية بطبقة سميكة من الطوب الحرارى العازل للحرارة، وتضاف خامات الحديد والفحم والحجر الجيري من قمة الفرن، على حين يدفع الهواء الساخن الذى تصل حرارته إلى نحو ١١٠٠م من فتحات خاصة بقاع الفرن - ولهذا يسمى هذا الفرن أحياناً - «الفرن اللافح».

ويؤدى الهواء الساخن إلى إشعال فحم الكوك مكوناً غاز أول أكسيد الكربون، الذى يختزل أكاسيد الحديد إلى فلز الحديد، وينصهر الحجر الجيري مع الشوائب الرملية بفعل الحرارة العالية مكوناً الخبث، وبذلك يحتوى قاع الفرن على طبقتين، السفلى منهما عبارة عن فلز الحديد المنصهر، والعليا عبارة عن طبقة رقيقة من الخبث.

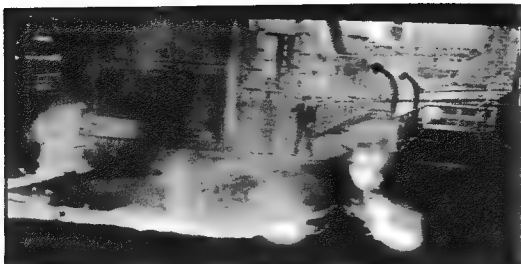
وتفتح فتحة خاصة في قاع الفرن، كل مدة من الزمن، كي ينساب منها الحديد المنصهر، كما يسحب الخبث من فتحة خاصة أخرى.

ويمكن للفرن العالى أن ينتج نحو ٢٧٠٠ طن من الحديد فى اليوم، ويعرف الحديد الناتج باسم «حديد الزهر Cast Iron»، وتصل نسبة الكربون فيه إلى نحو ٤٪، وهو الكربون الذى اكتسبه من فحم الكوك، ولا يمكن طرق هذا الحديد أو سحبها، كما أنه يحتوى على بعض الشوائب مثل الكبريت، والفوسفور، والسليكون، وهى الشوائب التى كانت توجد فى خامته الأصلية.

وقد يصب حديد الزهر فى قوالب خاصة على هيئة كتل يصل وزن كل منها إلى نحو ٤٥ كيلوجراماً، ويطلق عليها اسم خنازير Pigs، ولهذا يسمى هذا الحديد أحياناً باسم «Pig Iron».

ويستعمل الحديد الزهر فى صنع المسبوكات والتماثيل، والمواسير، وأغذية البالوعات وغيرها، أما الخبث الناتج من الفرن العالى فيستعمل فى صنع نوع من الأسمنت يعرف باسم الأسمنت الحديدى، أو يستعمل فى صنع نوع من الصوف المعدنى العازل للحرارة.

وهناك نوع من الحديد يعرف باسم «الحديد المطاوع Wrought Iron» وهو



يستخدم الحديد وبعض الفلزات الأخرى في صنع الصلب
الذي يشكل في مصابك خاصة



هرو الأكسجين لصناعة الصلب، يشبه محول بسمر، ولكن يستعمل فيه غاز الأكسجين لحرق
الشوائب وإنتاج صلب عالى الجودة

كما يبدو من اسمه، قابل للطرق والسحب، ويحضر بتخليص حديد الزهر من أغلب ما به من الكربون، ويصنف عامة تصل نسبة الكربون في الحديد المطاوع إلى أقل من ٠,٢ ٪ فقط، وهو يستخدم في تصنيع كثير من المعدات.

الصلب :

يتم تحويل ٩٠ ٪ من حديد الزهر المنتج عالميا إلى صلب، وذلك بالتخلص مما بحديد الزهر من شوائب وتقليل نسبة ما به من كربون.

ويتم تحويل الحديد إلى صلب بعدة طرق، تعرف إحداها باسم «طريقة بسمر» نسبة إلى مبتكرها «هنرى بسمر Henry Bessemer»، وهو ألماني الجنسية أصلا ثم تنحس بالجنسية الإنجليزية. وقد وصف هذه الطريقة نفسها رجل أمريكي يدعى «وليم كيلى» عام ١٨٥١، ولكن بسمر اشترى منه حقوقها كاملة، وأدخل عليها بعض التحسينات، ولذلك عرفت باسمه.

وتتلخص هذه الطريقة في صب حديد الزهر المنصهر في محول خاص له شكل ثمرة الكشمري يعرف باسم «محول بسمر»، مبطنة جدرانها بالطوب الحرارى والجير، ويدفع من قاعه تيار من الهواء الساخن تحت ضغط مرتفع. ويؤدى الهواء الساخن إلى إحراق ما بالحديد من شوائب، فيتطاير الشرر من قمته مع بعض الأبخرة البنية ثم تتلون هذه الأبخرة المشتعلة بلون أصفر دليلا على احتراق ما بالحديد من منجنيز وسليكون، ثم يتحول اللهب بعد ذلك إلى اللون الأبيض دليلا على احتراق الكربون.

وعندما يتوقف تصاعد اللهب من قمة المحول، يصب الصلب الناتج في بواق خاصة على هيئة كتل تعرف باسم Ingots ويطلق عليها أحيانا اسم قناسيح، والصلب الناتج من هذه العملية يخلو من المنجنيز والسليكون، ولكنه يحتوى على بعض الفوسفور والكبريت وقليل من الكربون، وهو يتميز بسهولة قطعه وتشغيله ويقابله للحام.

وهناك طريقة أخرى لإنتاج الصلب تعرف باسم طريقة «الفرن المفتوح» وابتكرها الألماني «كارل ولهلم سيمنس Karl Wilhelm Siemens» عام ١٨٥٦، وهى تتلخص فى شحن الحديد وبعض الحجر الجيري فى فرن مكشوف تعرض

أرضيته للغازات الساخنة الناتجة من حرق الوقود، وتصل درجة الحرارة فيه إلى نحو ١٦٠٠ م. وتستعمل هذه الطريقة حالياً في صنع أغلب أنواع الصلب في كثير من الدول، وهى تصلح لتحويل حديد الزهر وحديد الخردة مثل هياكل السيارات وغيرها إلى صلب .

كذلك تصنع أنواع من الصلب المحتوية على نسبة عالية من الفلزات الأخرى بطريقة الفرن الكهربائي، وفيها يصهر الصلب بواسطة أقطاب كهربائية من الكربون، وتصل درجة الحرارة في هذا الفرن إلى نحو ١٨٠٠ م، وتقل نسبة الأكسجين في الصلب الناتج.

وهناك طريقة تعرف باسم طريقة فرن الأكسجين وتعرف كذلك باسم طريقة L.D وهي الأحرف الأولى من أسماء مبتكريها النمساوين «لنز ودوناوتر» Linnz of Donewitz ويستعمل فيها محول مثل محول بسمر، ولكن يدفع فيها تيار من الأكسجين فوق سطح الحديد لحرق كل الشوائب، والصلب الناتج منها لا يحتوى على النتروجين وبذلك تكون صفاته أفضل من صفات صلب بسمر؛ لأن النتروجين يجعل الصلب هشاً في بعض الأحيان.

وهناك طريقة تعرف باسم «طريقة الضغط المخلخل»، ويصهر فيها الصلب تحت الضغط المخلخل لإزالة ما به من غازات، ثم يصب الناتج في غرفة مخلخلة الضغط فيتحول إلى كريات خالية تماماً من الغازات، وهى تعطى عند تجمعها نوعاً من الصلب له صفات طبيعية وميكانيكية جيدة، ولذلك يستعمل هذا الصلب في صنع أعمدة المرفق في التوربينات، وفي صنع كريات الصلب المستعملة في صنع كراسى المحاور، كما تصنع منه أيضاً بعض أجزاء الطائرات وفي سفن الفضاء التي تتعرض لظروف تشغيل قاسية.

ويتم حالياً إنتاج أنواع خاصة من الصلب تتنوع صفاتها وخواصها، وتستخدم في كثير من الأغراض من بينها :

صلب غير قابل للصدأ :

يحتوى على نسبة من الكروم تجعله غير قابل للصدأ، يستخدم في صناعة الأدوات الجراحية وبعض الأدوات المنزلية، كما تصنع منه بعض المعدات الصناعية المقاومة للأحماض .

صلب التنجستن:

يحتوى على كمية قليلة من فلز التنجستن، يتميز بدرجة انصهاره العالية وكذلك بمشاته حتى قرب درجة انصهاره، ولذلك فهو يستخدم فى صنع آلات القطع والحفر وآلات المناجم، كما تصنع منه بعض المغنطيسات.

صلب المنجنيز:

الصلب المحتوى على نسبة صغيرة من فلز المنجنيز (١-٢٪)، يتصف بمشاته وصلابته، وإذا زادت كمية المنجنيز إلى ١٢ ٪ يتكون صلب عالى الصلابة ويقاوم البرى، ولذلك فهو يستخدم فى صنع أسنان آلات الحفر وفى صنع قضبان السكك الحديدية.

صلب النيكل والكروم:

وجود النيكل فى الصلب يقلل من قابليته للتمدد بالحرارة، أما وجود الكروم والنيكل معا فى الصلب فيزيد من صلابته، ولذلك تصنع منه هياكل الدبابات وخوذات الجنود التى لا تخترقها القذائف.

صلب الكوبلت:

صلب يتحمل درجات الحرارة العالية وتصنع منه آلات القطع وبعض أجزاء التوربينات الغازية وبعض أجزاء الطائرات النفاثة وغيرها وهو صلب لا يصدأ.

صلب الفناديوم والتوليدنيوم:

صلب يتميز بقدرته على تحمل العمل الشاق، وتصنع منه بعض القضبان والزنبركات وآلات الحفر التى تتعرض لصدمات عنيفة.

الألومنيوم:

فلز أبيض لامع خفيف الوزن، ووزنه النوعى ٢,٦، ووزنه الذرى ٢٧، وهو قابل للطرق والسحب وموصل جيد للكهرباء، وينصهر عند ٩٥٧°م. والألومنيوم من أوسع الفلزات انتشارا فى قشرة الأرض، ولا يسبقه فى ذلك من العناصر الأخرى إلا عنصرا الأكسجين والسليكون، وهو يوجد فى مياه البحار بنسبة ٢,٥ جزء فى المليون، كما يوجد فى عينات الصخور القمرية بنسبة تصل إلى نحو ١٥٪.

ولا يوجد الألومنيوم فى حالته الحرة، ولكنه يوجد على هيئة أكسيد أو سليكات، وأهم خاماته «البوكسيت Bauxite»، «الكرايوليت Gryolite»، وهو فلوريد مزدوج من الصوديوم والألومنيوم، وأهم مركباته سليكات الألومنيوم المعروفة باسم الطفل والشب وهى كبريتات مزدوجة من الألومنيوم والبوتاسيوم. ويصعب اختزال أكسيد الألومنيوم بالفحم كما فى صناعة الحديد، ولكن الكيميائى الألمانى «فوهلر Wohler» تمكن عام ١٨٢٥ من تحضير كميات صغيرة من الألومنيوم باختزال أكسيده بواسطة فلز الصوديوم.

وقد نجح شاب أمريكى يدعى «شارل مارتن هول Charles M. Hall» عام ١٨٨٦ فى تحضير فلز الألومنيوم بإمرار تيار كهربائى فى مصهور خليط من البوكسيت والكرايوليت، وفعل ذلك أيضا رجل فرنسى يدعى «بول هيرول Paul Heroult» فى نفس الوقت، ولذلك تعرف هذه الطريقة باسم طريقة «هول - هيرول».

ويحتاج إنتاج الألومنيوم إلى استهلاك قدر كبير من الكهرباء، فيستهلك الكيلوجرام الواحد منه نحو ٢٥ كيلوات من الكهرباء، ولذلك تقام مصانع الألومنيوم بالقرب من المصادر الرخيصة لإنتاج الكهرباء كما فى جمهورية مصر العربية التى تدار فيها مصانع إنتاج الألومنيوم بكهرباء السد العالى.

ويستخدم الألومنيوم فى صنع كثير من الأدوات المنزلية، وإطارات النوافذ وبعض الأبواب، كما يستخدم مسحوق الألومنيوم فى صناعة الطلاء، وفى صنع أنواع خاصة من الطوب المسامى، وقد يضاف إلى بعض اللدائن قبل تشكيلها. كذلك يستخدم المسحوق مع براءة الحديد لصنع خليط «الثرميت» المستخدم فى لحام الفلزات، وفى صنع القنابل الحارقة وصنع بعض السبائك مع السليكون أو النحاس أو الزنك. وتمتاز سبيكة الألومنيوم مع المغنسيوم بممتانتها وخفة وزنها وتعرف باسم «مغناليوم»، وهناك أيضا سبائك أخرى خفيفة الوزن مثل «السيلومين» و«الدورالومين» من الألومنيوم والنحاس والمغنسيوم والمنجنيز والسليكون والحديد وتتميز هذه السبائك بممتانتها؛ ولذلك تستعمل فى صناعة الطائرات والصواريخ وسفن الفضاء وفى بناء المفاعلات النووية.

وفى بعض الاحيان يوجد أكسيد الألومنيوم مختلطا ببعض مركبات العناصر الأخرى فتتكون منه بلورات متعددة الألوان يستخدم بعضها فى صنع الحلى. كذلك يستخدم الشب فى دباغة الجلود وفى صناعة الورق، وفى ترسيخ الألوان على النسيج فى عمليات الصباغة، كما يستخدم فى ترويق المياه فى محطات مياه الشرب.

الرصاص:

فلز رمادى اللون، وزنه الذرى ٢٠٧، وينصهر عند ٣٢٧°م. عرفه الإنسان منذ قديم الزمان واستخدمه الرومان فى صنع أنابيب المياه.

وأهم خامات الرصاص هو كبريتيد الرصاص المعروف باسم «الجالينا» ويحضر منه فلز الرصاص بتحميصه أولا بالحرارة لإزالة ما به من كبريت، ثم اختزاله بالفحم فى الفرن اللافتح أو الفرن المكشوف. ويحتوى مصهور الرصاص عادة على بعض الفلزات الأخرى، مثل الذهب والفضة والبلاتين وبعض النيكل والكوبلت، ويتم استعادة هذه الفلزات الثمينة بطرق خاصة، وتصل نقاوة الرصاص إلى نحو ٩٩,٧٪.

ويستخدم الرصاص فى صناعة البطاريات السائلة، وفى صنع بعض السبائك مثل الصفر (النحاس الأصفر)، والبرونز، وسبائك اللحام، كما يدخل فى صناعة الذخائر وحروف الطباعة، ومحاور بعض الآلات، وتصنع منه ألواح للحماية من الإشعاع، ورقائق لتكسية بعض السطوح والقباب، كما تصنع منه بعض الأنابيب.

والرصاص هو الناتج النهائى فى عمليات الاضمحلال الإشعاعى، ولهذا فهو يستخدم فى تاريخ الصخور والمعادن فى قشرة الأرض، أما مركبات الرصاص فتستخدم فى صناعة الزجاج والمطاط وأنواع من الطلاء، كما يضاف رابع إيثيل الرصاص إلى الجازولين لمنع الدق فى آلات الاحتراق الداخلى. ومركبات الرصاص عالية السمية، وهى تؤثر على الجهاز العصبى المركزى وعلى الجهاز الهضمى وعلى حركة العضلات.

النحاس:

فلز أحمر اللون، وزنه الذرى ٦٣، وينصهر عند ١٠٨٣°م. عرفه الإنسان منذ ما قبل التاريخ، وصنع منه مع القصدير سبيكة البرونز التى صنع منها الإنسان أدواته المختلفة فى العصر القديم الذى سعى بعصر البرونز .

ويندر أن يوجد النحاس حراً، ولكنه يوجد على هيئة الأكسيد أو الكبريتيد، وهو يستخلص من الكبريتيد بواسطة الفرن الماكس Reverberatory، حيث تنعكس حرارة الوقود من سطح الفرن إلى ما به من كبريتيد النحاس الذى ينصهر ثم يفصل عن الخبث، وينقل بعد ذلك إلى محول خاص، ثم يمرر فيه تيار من الهواء لأكسدة الكبريت ويتبقى فلز النحاس المنصهر. ويمكن تنقية النحاس بتعليق شرائع منه فى القطب الموجب لخلية تحليل كهربائى ثم يمرر بها التيار فيترسب النحاس النقى على القطب السالب بها.

والنحاس فلز متوسط النشاط الكيميائى، وهو يتأكسد فى الهواء الرطب إلى مادة خضراء تعرف باسم «جترارة النحاس» وتتكون من كربونات النحاس القاعدية. ويدخل النحاس فى صنع كثير من السبائك، مثل سبيكة برونز الألومنيوم، وبرونز المنجنيز، والصففر، والفضة الألمانية، وسبائك الذهب مختلفة العيار، كما يستخدم فى صنع حروف الطباعة. كذلك يستعمل النحاس فى الطلاء بالكهرباء، وفى صنع الأنابيب وأسلاك الكهرباء، وفى سك النقود وصنع الحللى، وبعض أدوات الطهى، كما تستخدم بعض مركباته فى صنع بعض الأدوية والمبيدات وأنواع من الطلاء.

وتوجد آثار من النحاس فى أجسام بعض الكائنات الحية، وهو عنصر هام فى دم القواقع والقشريات. ومركبات النحاس سامة، ولذلك تطلى أدوات الطهى النحاسية بطبقة من القصدير لعزل الطعام عن النحاس، وهى العملية التى نسميها «تبييض النحاس» حيث يتحول لون النحاس الأحمر إلى لون القصدير الأبيض.

الزئبق:

فلز أبيض وزنه الذرى ٢٠٠، وينصهر عند ٤١٩°م. عرفه الإنسان منذ زمن بعيد، وهو يوجد فى قشرة الأرض بتركيز متوسط وبكميات قليلة فى مياه البحار.



تمثال من البرونز من
آثار قدماء المصريين

ولا يوجد الزنك حراً في الطبيعة، وأهم معادنه «السفاليريت Sphalerite» ويتم تركيز هذه الخامات أولاً حتى تصل نسبة الزنك بها إلى نحو ٥٠٪، ثم تخمض بالحرارة، وتقطر في معوجات من الطفل أو الكريورندوم، وتكثف أبخرة الزنك المتصاعدة وتنقى مما بها من شوائب مثل الرصاص والكاديوم. ويمكن تخضير الزنك بإذابة خامته في حمض الكبريتيك، ثم يمرر في المحلول تيار كهربائي فيترسب الزنك النقي على الكاثود.

ويستعمل الزنك في صنع بعض السبائك مثل الصنفر والبرونز وسبائك اللحام وبعض السبائك ذات درجات الانصهار المنخفضة، كما يستعمل في صنع سبائك الفوسفور وفي تغطية سطوح الفلزات كما في عملية «الجلفنة». وتستعمل مركبات الزنك في الطب وفي صنع بعض مستحضرات التجميل، وبعض أنواع من الطلاء. كما يستعمل بعضها في عمليات التحليل الكهربائي. وللزنك دور هام في نمو النباتات.

المغنسيوم:

فلز أبيض وزنه الذري ٢٤، وينصهر عند ٦٥١°م، وهو ثالث العناصر من حيث وفرة في قشرة الأرض، كما توجد مركباته في مياه البحار وبعض البنايع. ولا يوجد الفلز حراً في الطبيعة، ولكنه يدخل في تركيب الصخور والمعادن، مثل الدولوميت والمغنسيوم وبعض السليكات. كذلك تصل نسبة المغنسيوم في مياه البحار إلى نحو ١٠٪ من كمية الأملاح الذائبة في هذه المياه، ولذلك فهو يحضر منها بترسيبه أولاً على هيئة الهيدروكسيد ثم إذابته في حمض الهيدروكلوريك وتحليل كلوريد المغنسيوم الناتج في خلية كهربائية ثم يجمع الفلز المتكون حول القطب السالب.

ويستعمل المغنسيوم في صنع سبائك خفيفة مع كثير من الفلزات، وبعض هذه السبائك شديد الصلابة وتنافس الصلب في متانتها، وهي تستعمل في البناء،

وفى صنع هياكل السيارات والطائرات وبعض الأدوات المنزلية. كذلك تستعمل مركبات المغنسيوم فى صناعة النسيج وفى صناعة الحرارية، ويدخل المغنسيوم فى صنع الذخائر وبعض حروف الطباعة.

ويلعب المغنسيوم دورا هاما فى عالم النبات، فهو يدخل فى تركيب مادة الكلوروفيل الخضراء، التى توجد فى أوراق النباتات، والمسئولة عن عملية التمثيل الضوئى التى يصنع منها النبات المواد الكربوهيدراتية وغيرها من المواد التى يحتاج إليها النبات فى حياته، وتعتمد عليها كذلك حياة الحيوان والإنسان.

الذهب:

فلز أصفر لامع، وزنه الذرى ١٩٧، وينصهر عند ١٠٦٣°م. وغالبا ما يوجد الذهب حرا فى الطبيعة، ولكنه لا يتشتر فى قشرة الأرض، وقد يوجد فى مجارى الأنهار الضحلة، أو فى عروق الكوارتز، أو فى خامات الفضة والنحاس والرصاص.

ويستخلص الذهب مما به من شوائب بواسطة الإلغام، أى بالاتحاد مع الزئبق، ثم يسخن الملمغم المتكون فى بواقى من الحديد، فيتقطر الزئبق تاركا خلفه كتلة إسفنجية لامعة من الذهب. وقد يستخلص الذهب بطريقة السيانيد، فيعالج الذهب فيها بمحلول سيانيد البوتاسيوم، ثم يرسب منه بواسطة الزنك.

وقد استعمل الذهب فى سك النقود، وهو يعد حاليا مقياسا لحركة النقد العالمية، ورمزا لقوة اقتصاد الدولة التى تملكه كغطاء لنقدها. كذلك يستخدم الذهب فى صنع الحلى وفى طب الأسنان، وفى الجراحة، وفى صنع الإبر الصينية، وبعض أجزاء من الأجهزة الإلكترونية، وكذلك فى الطلاء بالكهرباء لمقاومته العالية للتآكل والصدأ. ويستخدم نظير الذهب المشع فى علاج الأورام.

وقد عرف الذهب منذ زمن بعيد، فقد استخرجه المصريون القدماء من باطن الأرض منذ نحو ٥٠٠٠ سنة، وصنعوا منه بعض الحلى وبعض أقنعة الموتى، مثل القناع الذهبى لتوت عنخ آمون.

القصدير،

فلز أبيض، وزنه الذرى ١١٨، وينصهر عند ٢٣٢م. عرفه الإنسان منذ زمن بعيد، وخامته الرئيسية «الكاسيترايت». يدخل فى تكوين كثير من السبائك مثل الصَّقر، والبرونز، وسبائك حروف الطباعة وسيكة اللحام، كما يستعمل فى نكبة سطوح الفلزات لحمايتها من التأكسد، وفى صناعة النسيج والزجاج وبعض مساحيق الصقل والتلميع.

النيكل،

فلز أبيض، وزنه الذرى ٥٨، وينصهر عند ١٤٥٥م. لا يوجد حرا فى الطبيعة ويوجد مختلطا بالحديد فى مركز الأرض، كما يوجد حرا فى النيازك التى تسقط على سطح الأرض من الفضاء الخارجى. يستعمل النيكل فى كثير من الصناعات الكيميائية، وفى الطلاء بالكهرباء، وفى سك النقود، كما يستخدم فى صنع الحلى وبعض المعدات الكهربائية، وهو يدخل فى تركيب كثير من السبائك فيعطىها نوعا من الصلابة ويزيد من مقاومتها للصدا والتآكل، ويزيد كذلك من قدرتها على توصيل الكهرباء.

البلاتين،

فلز أبيض، وزنه الذرى ١٩٥، وينصهر عند ١٧٦٩م. ويوجد عادة حرا فى الطبيعة ولكنه نادر إلى حد ما. يستعمل البلاتين حافزا فى كثير من التفاعلات الكيميائية وخاصة فى تفاعلات الاختزال، وتستعمل سبائكه مع بعض الفلزات الأخرى فى صنع المنطيسات، وبعض المعدات الكهربائية والإلكترونية، وكذلك فى صنع الأوزان القياسية التى تستعمل فى التحليل الرقعى، وفى صنع المقاييس المعيارية، وبعض أدوات الجراحة والآلات الدقيقة. ويستخدم البلاتين فى صنع الحلى وفى الطلاء بالكهرباء، وفى صنع بعض الأجهزة التى تتعرض لدرجات حرارة عالية، لارتفاع درجة انصهار الفلز ومقاومته العالية للتأكسد.

الكروم:

فلز رمادى اللون، وزنه الذرى ٥٢، وينصهر عند ١٨٩٠م. مصدره الرئيسى خامه الحديد والكروم. يستعمل فى الطلاء بالكهرباء؛ لانه يعطى سطحاً لامعاً ولا يقبل التآكسد، كما يستعمل فى صنع الصلب فيزيد من صلابته كما يجعله غير قابل للصدأ.

الكوبلت:

فلز رمادى مشرب ببعض الحمرة، وزنه الذرى ٥٩، وينصهر عند ١٤٩٥م. ويوجد فى بعض المعادن على هيئة كبريتيد أو أرسنيد. ويستعمل فى صنع أدوات الجراحة وبعض أدوات القطع الحادة. وتستعمل أملاحه فى تلوين الزجاج والبورسلين باللون الأزرق، كما يستعمل نظيره المشع فى التشخيص الإشعاعى وفى علاج الأورام الخبيثة.

المنجنيز:

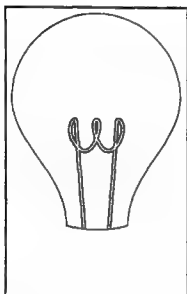
فلز أبيض رمادى. وزنه الذرى ٥٥، وينصهر عند ١٢٤٥م. يتشتر وجوده فى قشرة الأرض وخامته الرئيسة هى البايروكسيت. وسبائك المنجنيز مع النحاس والنيكل لها أهمية خاصة فى الصناعة، ويستعمل المنجنيز فى صنع أنواع خاصة من الصلب، على حين يستخدم أكسيده فى عمليات الأكسدة، وفى تلوين الزجاج والحراريات.

الفضة:

فلز أبيض وزنه الذرى ١٠٨، وينصهر عند ٩٦٠م. عرف الإنسان الفضة منذ زمن بعيد، وقد يوجد الفلز حراً أو متحداً بغيره من العناصر فى خامات الذهب، والرصاص، والنحاس، والزنك، والنيكل، كما يوجد فى معادن الأرجنتايت والسيرارجيزايت.

وتستعمل سبائك الفضة فى سك النقود، وفى صنع الحلوى، وفى الطب، كما تستخدم الفضة مع غيرها لصنع أنواع خاصة من الصلب، وفى صناعة المرايا، وتصنع منها أدوات المائدة مرتفعة الثمن. وتستعمل بعض أملاح الفضة مثل بروميد الفضة فى التصوير الضوئى.

الزئبق



فلز له لون الفضة، وزنه الذرى ٢٠٠، وهو سائل رجراج فى درجات الحرارة العادية، ويتحول إلى مادة صلبة كالفضة عند تبريده إلى - ٣٩م. عرفه الإنسان منذ زمن بعيد ولكنه نادر الوجود. خامته الرئيسية هى كبريتيد الزئبق المعروف باسم «سنابار». يكون الزئبق سبائك مع كثير من الفلزات تعرف باسم «المغمات»، وهو يستعمل فى المعامل فى أجهزة قياس الضغط، وفى الطب فى حشو الأسنان، كما يستخدم فى صنع مصابيح الزئبق وفى استخلاص الذهب والفضة من خاماتهما.

وكذلك يدخل الزئبق فى صنع أنواع من الصابون يستخدم فلز التجسيتين فى صنع الطبى وفى بعض المراهم. وتستعمل مركبات الزئبق فى كثير من الأغراض، فيستخدم بعضها فى صنع مبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات، ويدخل بعضها الآخر مثل فلينات الزئبق فى صنع الذخائر.

ومركبات الزئبق شديدة السمية، وهى تؤثر على الجهاز العصبى المركزى. كذلك يجب تجنب ملامسة الزئبق أو استنشاق أبخرته.

فلزات هامة أخرى

هناك فلزات أخرى كثيرة لها أهمية خاصة فى بعض الصناعات فيستعمل المولبدنوم مثلا فى صناعة أنواع خاصة من الصلب تستخدم فى صنع الغلايات ومواسير البنادق، كما يدخل فى صنع بعض صمامات الراديو والأجهزة



الألعاب النارية مثال لاستخدام برادة بعض الفلزات ومركباتها

الإلكترونية. كذلك الزركونيوم فلز يقارب الصلب فى متانته، وهو يقاوم الأحماض، وتصنع منه آلات الثقب، كما يستخدم فى صنع الزجاج المقسى وبعض معدات المحطات النووية. والتيتانيوم كذلك فى متانة الصلب، ويدخل فى صنع كثير من السبائك وفى صنع محركات النفاثات، كما يستعمل أكسيده فى صنع الطلاء الأبيض. ويكون التتجستن مع الحديد سبائك شديدة الصلابة، تستعمل فى صنع صفائح التدريع وآلات القطع، كما تصنع منه أسلاك المصابيح الكهربائية، أما الفناديوم فيدخل فى التكنولوجيا النووية وفى صناعة الصلب، كما يستخدم الكاديوم فى صنع السبائك ذات درجات الانصهار المنخفضة، وفى صنع البطاريات، وأشباه الموصلات والشاشات الفلورية. ويستخدم الكالسيوم فى صناعة الأسمنت والزجاج ومعاجين الأسنان، كما يدخل فى تركيب العظام والأصداف، وهو يكون نحو ٢٪ من وزن جسم الإنسان. وقد استعمل الجرمانيوم حديثا فى صناعة الترانزستورات التى تدخل فى تركيب أجهزة الراديو والتلفزيون وبعض الأجهزة الإلكترونية الأخرى.

وهكذا نجد أن الفلزات، حتى تلك التى لم نذكرها هنا، لها أثر كبير فى حياة الإنسان، فقد ساعدته فى تقدمه العلمى والحضارى كما ساعدته السبائك الناتجة منها على ارتياد مجالات جديدة لم يكن من الممكن ارتيادها من قبل، مثل مجالات استكشاف الفضاء بواسطة الصواريخ وسفن الفضاء، وصناعة الحاسبات الآلية وبعض الأجهزة الإلكترونية الأخرى بالغة التعقيد، كما ساعدته كذلك على استخدام أساليب متقدمة فى مجالات الصناعة والزراعة، وفى كل مناحى حياته اليومية.



الباب الرابع

الكيمياء والافلزات

- الأكسجين والنيتروجين

- الفوسفور والكربون

- الكبريت ومركباته

- الهالوجينات ومركباتها

- السليكون ومركباته



الأكسجين والنتروجين

اللافلزات بأنواعها المختلفة لها دور هام فى حياة الإنسان، فمنها تكون أغلب المواد الهامة التى يعيش عليها الإنسان. ومن أمثلة ذلك الهواء الجوى الذى نتنفسه فهو يتكون من غازين أساسيين من مجموعة اللافلزات، وهما الأكسجين والنتروجين.

والأكسجين لافلز حيوى لا تستطيع الكائنات الحية الاستغناء عنه، فهو يساعد على إمداد أجسامنا بالطاقة اللازمة للحياة، وهو يسرى فى أجسامنا مع تيار الدم وتحمله الكريات الحمراء ليصل إلى كل خلية من خلايانا، وليشارك فى مئات من التفاعلات الكيميائية التى تدور فيها وليبحث فيها الحياة، فالحلايا إن لم يصلها غاز الأكسجين ماتت ومات معها الكائن الحى.

كذلك يدخل الأكسجين مع غيره من اللافلزات، فى تركيب كثير من المواد الكيميائية الهامة التى تعتمد عليها حياة الإنسان والتى تكون جزءا هاما من أجسامنا مثل المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات، كما أنه يدخل فى تركيب الأحماض النووية التى تحمل الصفات الوراثية فى الإنسان وفى غيره من الكائنات الحية، وتنقل هذه الصفات من جيل إلى جيل، بالإضافة إلى أنه يدخل كذلك فى تركيب مواد أخرى كثيرة لها دور هام فى حياة الإنسان مثل الفيتامينات والهورمونات والأملاح وما شابهها.

ويضاف إلى ذلك أن الأكسجين يكون مع لافلز آخر، وهو الهيدروجين، مركبا هاما لا يمكن للكائنات الحية ومنها الإنسان أن تحيا فى غيابه عنها، وهو الماء. فالماء يكون نحو ٦٠٪ من جسم الإنسان، وتصل نسبته فى الدم إلى نحو ٩٥٪ أو أكثر، وهو ينظم درجات الحرارة فى البيئة المحيطة بالإنسان، كما أنه يعد الوسط الرئيسى فى الخلية الحية الذى تدور فيه كل تفاعلاتها الكيميائية ونشاطها الحيوى.

كذلك يمثل غاز النتروجين الموجود بالهواء عاملا هاما بالنسبة لحياة الإنسان، فهو يدخل فى تركيب البروتينات والإنزيمات التى تحفز التفاعلات الكيميائية التى تدور فى خلايانا، كما يدخل فى تركيب القواعد العضوية الموجودة بالأحماض النووية والتى يؤدى ترتيبها على طول سلسلة الحمض النووى إلى تحديد الصفات الوراثية للكائن الحى.

ويدخل كل من الأكسجين والنيتروجين فى تركيب كثير من المركبات النافعة فى حياتنا والتي تحتاجها الصناعة والزراعة، مثل حمض التريك وأملاح التترات وحمض الكبريتيك وأملاح الكبريتات، بالإضافة إلى عديد من المركبات التى تستعمل لإبادة الحشرات ومكافحة الآفات، وكثير من المخصبات الزراعية التى تزيد من إنتاج المحاصيل الزراعية وتساعد على توفير غذاء الإنسان.

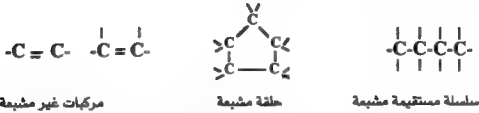
الفوسفور والكربون:

الفوسفور لافلز آخر له أهمية خاصة فى حياتنا، فهو يدخل فى تركيب الأحماض النووية، ويمثل عنصر الوصل بين وحدات السكر فى جزيئاتها. كذلك يشترك الفوسفور فى بناء الهيكل العظمى للإنسان، كما أنه يدخل فى تركيب كثير من المخصبات الزراعية الفوسفورية، ويدخل أيضا فى تركيب كثير من مبيدات الحشرات والآفات، كما تضاف بعض أملاحه، مثل البولى فوسفات، إلى المنظفات الصناعية للمساعدة على تحسين خواصها المنظفة.

ويعد عنصر الكربون من أهم اللافلزات الموجودة على سطح الأرض، فهو يمثل وحدة البناء الأساسية فى تركيب كل المركبات العضوية التى نعرفها، والتى تدخل فى تركيب أجسامنا، ويتكون منها غذاؤنا، وتعتمد على وجوده كل أصناف الحياة بأشكالها المختلفة التى تعيش على سطح الأرض.

وعندما يتحد الكربون بالأكسجين يتكون منهما مركب بسيط هو ثانى أكسيد الكربون، وهذا الغاز على درجة عالية من الأهمية فهو حجر الأساس فى تكوين كل المادة العضوية الموجودة على سطح الأرض، وهو الذى تستخدمه النباتات الخضراء لتصنع منه ومن الماء فى وجود ضوء الشمس كل ما يلزمها من المركبات العضوية التى تستخدمها فى حياتها، والتى تعتمد عليها كذلك حياة الحيوان والإنسان. كذلك فإن هذا الغاز يحافظ على حرارة الأرض ويمتص جزءا كبيرا من حرارة الشمس من الارتداد إلى الفضاء الخارجى، وبذلك يجعل الأرض صالحة لحياة الإنسان، كما أن هذا الغاز يتحد ببعض العناصر الأخرى مكونا كثيرا من الكربونات، ومنها الحجر الجيري الذى يستعمل فى البناء.

وأهم ما يميز ذرات الكربون هي أنها تتصل معاً لتكون سلاسل مستقيمة أو متفرعة، أو تلتف على نفسها مكونة حلقات. وقد تتصل ذرات الكربون فيما بينها برابطات أحادية فتكون ما نسميه بالمركبات المشبعة، أو تتصل بينها رابطات ثنائية أو ثلاثية لتعطى مركبات غير مشبعة.



وقد تتحد ذرات الكربون مع الهيدروجين فقط فتكون منهما مركبات تعرف باسم «الهيدروكربونات»، وهي مركبات هامة يتكون منها الغاز الطبيعي والبتروول ومقطراته مثل الجازولين والكيروسين وشمع البارافين. ومن هذه الهيدروكربونات المركب الخلقى المعروف باسم «البترين» وهو أول أفراد مجموعة هامة من المركبات تعرف باسم المركبات الأروماتية، ومن أمثلتها الفينول والنفثالين، وهي تدخل في تركيب أصناف عديدة من الأصباغ واللدائن والأدوية وغيرها.

وعندما تتحد ذرات الكربون بالهيدروجين والأكسجين معاً، تتكون منها مركبات أخرى هامة مثل الكحولات والكيوتونات التي تستعمل كمذيبات، ومثل الأحماض التي تتحد بالكحولات أو بالجلسرين لتكون بعض الشموع والزيوت والدهون. كذلك تتكون من هذه العناصر الثلاثة كل ما نعرفه من مواد كربوهيدراتية مثل السكر والنشا والسليلوز وغيرها. وعندما ينضم التروجين إلى هذه المجموعة السابقة تتكون منها البروتينات والإنزيمات والأحماض النووية وغيرها.

ويتضح من ذلك أن الكربون يدخل في تركيب مجموعة كبيرة من المركبات العضوية النافعة للإنسان، وسيأتى ذكر كثير منها فى الأبواب التالية فى هذا الكتاب.

الكبريت ومركباته:

يوجد الكبريت حراً فى بعض الأماكن فى قشرة الأرض، كما يوجد متحداً بكثير من العناصر على هيئة كبريتات وكبريتيدات وغيرها. ويستخرج الكبريت من

رواسبه بطريقة تعرف باسم «طريقة فراش» «Frash» وذلك بدفع البخار عن طريق أنابيب خاصة إلى هذه الرواسب، فينصهر الكبريت ويصعد عن طريق أنابيب أخرى إلى سطح الأرض، وغالبا ما يكون هذا الكبريت على درجة لا بأس بها من النقاوة.

ويستخدم أغلب الكبريت الناتج في تحضير حمض الكبريتيك، وهو مركب ذو أهمية خاصة في الصناعة، ويحضر الحمض بأكسدة الكبريت إلى ثاني أكسيد الكبريت، ثم إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي يمتص بعد ذلك في الماء مكونا حمض الكبريتيك. وتتم هذه العملية إما في غرفة من الرصاص لأنه لا يذوب في الحمض بسبب تكون طبقة من كبريتات الرصاص على سطحه، أو بطريقة التلامس التي يتحد فيها ثاني أكسيد الكبريت بأكسجين الجو على سطح عامل حفز من أكسيد الفناديوم.

ويستعمل حمض الكبريتيك في صناعة المخصبات الزراعية، وفي تنظيف سطح الفلزات كما في صناعة الصلب، كما يستخدم في إزالة المواد غير المشبعة والمواد الأروماتية من مقطرات البترول، وفي صنع ألياف الرايون وبعض المنظفات الصناعية والأصبغ وغيرها.

وتستعمل أملاح الكبريتات في كثير من الأغراض، فتستخدم كبريتات الصوديوم كمادة مسهلة في الطب تحت اسم «الملح الإنجليزي»، كما تستخدم كبريتات الباريوم وكبريتات الرصاص في صنع أنواع من الطلاء، على حين تستخدم كبريتات الألومنيوم في إخصاب التربة الزراعية ومدها بالتروچين. كذلك تستخدم كبريتات النيكل في الطلاء بالكهرباء، وكبريتات الحديدوز في الكشف عن الأيونات في عمليات التحليل، وكبريتات الألومنيوم والبوتاسيوم المعروفة باسم «الشب» في تنقية المياه الصالحة للشرب.

أما الكبريتيدات فهي تكون كثيرا من الخامات، مثل كبريتيد الزئبق السنابار، وكبريتيد النحاس «بايريت النحاس»، كما يستخدم كبريتيد الباريوم والثيتانيوم في صنع الطلاء. وهناك أملاح أخرى من أملاح الكبريت لها منافع أخرى، مثل ثيوكبريتات الصوديوم التي تستعمل في التصوير الضوئي، وكبريتيت الصوديوم الذي يستخدم في تحضير لب الخشب والسليلوز.

وهناك كذلك مركبات عضوية للكبريت مثل الثيوفينولات ومركبات السلفوكسيد والسلفون وأحماض السلفونيك ويدخل كثير منها فى تركيب الأصباغ والمنظفات والأدوية وغيرها.

وتوجد بعض مركبات الكبريت العضوية فى أجسام الكائنات الحية من نبات وحيوان، ويحصل النبات على الكبريت من التربة الزراعية على هيئة أملاح الكبريتات، ويصنع منها ما يحتاجه من مركبات الكبريت العضوية، ويحصل الإنسان على الكبريت عند تناوله للنباتات.

وأهم مركبات الكبريت التى توجد بأجسام الكائنات الحية هى الأحماض الأمينية المحتوية على ذرات من الكبريت، مثل «الستئين» والميثايونين وهى وحدات بنائية هامة فى جزيئات البروتينات وفى بعض الإنزيمات.

وتبقى هذه المركبات المحتوية على الكبريت فى جسم الكائن الحى طوال حياته، ولكنه عندما يموت تتحلل هذه المركبات بواسطة البكتريا وينطلق منها الكبريت على هيئة كبريتيد الهيدروجين. وقد يتحول كبريتيد الهيدروجين فى التربة إلى كبريت أو كبريتات تبعا للظروف السائدة فى هذه التربة.

عندما تودى عمليات تحلل النباتات وأجسام الحيوانات إلى تكوين كميات كبيرة من غاز كبريتيد الهيدروجين، يتصاعد جزء منه إلى الهواء ويسبب كثيرا من الأضرار للبيئة المحيطة بمواقع التحلل، فرائحته تشبه رائحة البيض الفاسد، وهو يسبب تآكل الفلزات وتلف جدران المباني. كذلك يذوب جزء من هذا الغاز فى الماء مما يؤدى إلى استنفاد غاز الأكسجين الذائب فى هذه المياه وهلاك أعداد كبيرة من الأسماك والكائنات البحرية الأخرى. وإذا كانت مياه البحر بها نسبة ما من أملاح الحديد، فإنها تتحد مع غاز كبريتيد الهيدروجين مكونة كبريتيد الحديد أسود اللون، ويقال إن البحر الأسود الذى يقع بين تركيا وروسيا تبدو مياهه سوداء اللون بسبب انتشار جسيمات دقيقة من كبريتيد الحديد فيها.

ولهذه المركبات العضوية المحتوية على الكبريت التى توجد فى أجسام الكائنات فوائد جمّة، فالستئين مثلا يعد مصدرا للكبريتات فى العمليات الحيوية التى تجري فى خلايا الجسم كما يعد الميثايونين مصدرا لمجموعة الثيل.



كذلك قد تعطى هذه المركبات لبعض النباتات طعما مميزا ورائحة خاصة، ومثال ذلك البصل والثوم، فهما يحتويان على مركب «كبريتيد ثنائي الأليل» وهو الذي يعطيها رائحتهما وطعمهما المعروفين.



كبريتيد ثنائي الأليل أيسوثيوسيانات الأليل

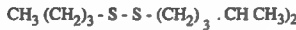
كذلك تحتوى بعض مشهيات الطعام، مثل الفجل وزيت الخردل على مركب كبريتي يعرف باسم «أيسوثيوسيانات الأليل»، وهو الذي يعطى المستردة طعمها الحريف.

وتحتوى بعض الأعشاب البحرية على مركب «كبريتيد ثنائي الميثيل» كما تحتوى الفطريات التى تسبب تعفن الخشب على مركب ميثيل مركبتان الذى سريعا ما يتأكسد فى الهواء إلى «ثنائي كبريتيد ثنائي الميثيل».



كبريتيد ثنائي الميثيل ثنائي كبريتيد ثنائي الميثيل ميثيل مركبتان

كذلك يطلق حيوان الظربان من غدة فى مؤخرة جسده، أحد مركبات الكبريت كريهة الرائحة عند شعوره بالخطر ولدفع العدوان عليه، ويعرف هذا المركب باسم ثنائي «كبريتيد البيوتيل والأيسو أميل».



ثنائي كبريتيد البيوتيل والأيسو أميل

وهناك كثير من مركبات الكبريت التى توجد فى بعض النباتات، فيوجد «مثيل سستايين» فى الفاصوليا، كما توجد بعض السلفوكسيدات ($\text{R}_2 \text{S} = \text{O}$) فى الكربن وفى غيره من النباتات. كذلك تحتوى بعض البذور على السلفونات ($\text{R}_2 \text{S O}_2$)، ويوجد «مثيل سلفون» فى بعض السراخس وفى دماء الماشية. أما أحماض السلفونيك مثل حمض «ميثان سلفونيك» ($\text{CH}_3 \text{SO}_3 \text{H}$) فيوجد متحدا بكثير من القلوانيات فى بعض النباتات.

ويدخل الكبريت فى تركيب بعض المنتجات الطبيعية الهامة مثل «البسليين» الذى تفرزه بعض الفطريات، ويدخل كذلك فى تركيب بعض الفيتامينات مثل «البيوتين» والثيامين (فيتامين ب ١)، كما يدخل فى تركيب بعض المنظفات الصناعية وبعض الأدوية مثل مركبات السلفا وغيرها.

الهالوجينات ومركباتها

تحتوى مجموعة الهالوجينات على أربعة لافلزات هامة هى الفلور والكلور، وهما غازان فى درجة الحرارة العادية، والبروم وهو سائل بنى ضارب إلى الحمرة، ثم اليود وهو مادة جامدة دكناء اللون ولها بخار بنفسجى اللون. ويتصف أفراد هذه المجموعة بالنشاط الكيميائى، ولذلك فهى كثيرا ما تستخدم فى عمليات التخليق الكيميائى، وفى تحضير كثير من المركبات التى تستعمل فى مختلف المجالات.

والمركبات غير العضوية للهالوجينات هى المركبات التى ترتبط فيها ذرة الهالوجين بفلز أو لافلز خلاف الكربون، أما مركبات الهالوجينات العضوية، فهى المركبات التى تتصل فيها ذرة الهالوجين مباشرة بذرة من ذرات الكربون.

مركبات الكلور

يعتبر غاز الكلور ممثلا لأفراد هذه المجموعة، ولذلك نجد أن مركبات الكلور هى أكثر مركبات الهالوجينات انتشارا، وأكثرها استعمالا بواسطة الإنسان فى حياته اليومية.

وأحد مركبات الكلور الهامة هو كلوريد الصوديوم، الذى يوجد على كل مائدة، ويعرف باسم ملح الطعام. ويتم الحصول على كلوريد الصوديوم من مياه البحار، حيث تبلغ نسبته فيها نحو ٧٠ ٪ من مجموع الأملاح الذائبة فى هذه المياه. وعادة ما تخزن طبقة رقيقة من ماء البحر فى مساحة منفصلة من الأرض تعرف بالملاحات، وتترك هذه المياه لتبخّر بتأثير حرارة أشعة الشمس، ثم يجمع الملح الناتج وينقى.

ولا يمكن الاستغناء عن الملح، فهو يعطى الطعام مذاقا خاصا حتى أنه يقال أنه يصلح الطعام. وكذلك يعد كلوريد الصوديوم مصدرا رئيسيا لتحضير حمض الهيدروكلوريك ولتحضير فلز الصوديوم وغاز الكلور، وكذلك كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم.

وحمض الهيدروكلوريك حمض هام، فهو يوجد فى معدة الإنسان ويساعد على هضم الطعام، كذلك هو واحد من الأحماض المعدنية الثلاثة التى لا يستغنى عنها فى التفاعلات الكيميائية أو فى الصناعة، فهو يستعمل فى تخميص المحاليل ومعادلة القلويات، وفى ترسيب الأحماض العضوية من محاليلها، وفى استخلاص القلوانيات من النباتات، كما يستخدم فى تنظيف سطوح المعادن من الصدأ والشوائب، وفى تكوين كثير من الأملاح الهامة وغير ذلك من الأغراض. ويحضر الحمض بتسخين كلوريد الصوديوم مع حمض الكبريتيك، كما يمكن تخضيره بالاتحاد المباشر بين غاز الكلور وغاز الهيدروجين.

ويستخدم كلوريد الصوديوم كذلك فى تحضير غاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم، فعند إمرار تيار كهربائى فى محلول مائى من كلوريد الصوديوم، تتجه أيونات الكلور السالبة نحو القطب الموجب (الأنود)، أما أيونات الصوديوم الموجبة فتتجه نحو القطب السالب (الكاثود)، وهناك تتحد هذه الأيونات بالماء لتكون هيدروكسيد الصوديوم.

والكلور الناتج فى هذه العملية، يستعمل فى تحضير كثير من المركبات العضوية كما سنرى فيما بعد. أما هيدروكسيد الصوديوم فهو مركب هام يعد أحد ركائز الصناعات الثقيلة، فهو يستعمل فى عمليات الإذابة والترسيب وفى معادلة الأحماض وفى صناعة الأدوية، والصابون، والفسكوز وغيرها، كما يستعمل فى صناعة البترول لإزالة ما بالمقطرات من مواد حمضية وبعض مركبات الكبريت غير المرغوب فيها.

أما إذا أمر تيار كهربائى فى مصهور كلوريد الصوديوم، فإن نواتج التحليل تكون غاز الكلور الذى يظهر عند الأنود، وفلز الصوديوم الذى يتجمع عند الكاثود، ويستخدم فلز الصوديوم الناتج من هذه العملية فى التخليق الكيميائى وفى صناعة الأدوية وبعض المبيدات، كما يستخدم فى تنظيم حرارة المفاعلات النووية المولدة للكهرباء.

كذلك يستخدم كلوريد الصوديوم فى تحضير مادة هامة أخرى، هى كربونات الصوديوم. وأول من حضرها طبيب فرنسى يدعى «نيكولاس لبلان» (١٧٤٢ - ١٨٠٦)، بتسخين كلوريد الصوديوم مع حمض الكبريتيك، ثم تسخين المادة الناتجة مع الفحم والحجر الجيرى.

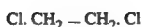
وقد طورت هذه الطريقة فيما بعد على يد كيميائى بلجيكي يدعى «إرنست سولفاى»، الذى عالج كلوريد الصوديوم بالنشادر ثم بثانى أكسيد الكربون لتكوين بيكربونات الصوديوم التى تعطى كربونات الصوديوم عند تسخينها.

ويدخل الكلور فى تركيب كثير من المركبات غير العضوية الأخرى التى تستخدم فى عديد من الأغراض. ومن أمثلة هذه المركبات هيبوكلوريت الصوديوم الذى يستعمل فى قصر الألوان، وكلوريد القصدير الذى يستعمل عاملاً مختزلاً فى بعض التفاعلات، كما يستخدم فى ترسيب بعض الأمينات. وهناك أيضاً كلوريد الحديدك وكلوريد الألومنيوم اللذان يستعملان فى ترسيخ أنواع من الأصباغ على النسيج، كما تستعمل أملاح الكلورات وفوق الكلورات فى صناعة بعض المفرعات وفى عمليات الأكسدة. أما هاليدات الفوسفور مثل ثلاثى كلوريد الفوسفور، وخماسى كلوريد الفوسفور، وأوكسى كلوريد الفوسفور، فلها أهمية خاصة فى عمليات التخليق الكيميائى فى صناعات الدواء، والمبيدات وبعض كيميائيات الحرب. هذا ويستعمل غاز الكلور نفسه فى قصر الألوان وفى تنقية المياه.

وتتعدد مركبات الكلور العضوية التى يستخدمها الإنسان فى مختلف الأغراض، فمنها المذيبات، ومنها مواد تستعمل فى التنظيف الجاف، ومنها المبيدات أو مواد تدخل فى تكوين الأدوية أو فى تصنيع أنواع من اللدائن وغيرها.

وأول ما عرف من مشتقات الكلور العضوية مركب «ثنائى كلورو إيثيلين»، وقام بتحضيره بعض الكيميائيين فى هولندا، ولذلك عرف باسم «الزيت الهولندى Dutch Oil».

وثنائى كلوروإيثيلين ويعرف كذلك باسم ثنائى كلوروإيثان، مذيب جيد للزيوت والدهون والشموع، وبعض الأصماغ وراتينجات الفانيل واللكيد. كذلك



رباعي كلوروإيثيلين أو رباعي كلوروإيثان

ثنائي كلوروإيثين أو ثنائي كلورو إيثان

استعمل ثنائي كلورو إيثيلين في استخلاص بعض الزيوت من البذور وفي استخلاص الفيتامينات من زيت كبد الحوت، كما يستعمل خليط منه ومن رباعي كلوريد الكربون لتدخين الفراء قبل حفظها، ولتدخين الفواكه والحبوب، بالإضافة إلى استعماله في التنظيف الجاف.

ويعطى الأستيلين مركب «رباعي كلوروأستيلين»، وهو سائل ثقيل يستعمل مذيبا للزيوت والدهون والشموع، كما يذيب الراتينجات والقطر والمطاط الخام وبعض الأصباغ، ولكن استعماله أصبح محدودا بسبب سميته العالية وما يسببه من تآكل للفلزات.

وعند تفاعل الكلور مع البارافينات تتكون عدة مشتقات، لكل منها نفع خاص، ففي حالة الميثان يتكون أولا كلوريد الميثيل، ثم كلوريد الميثيلين، ثم الكلوروفورم، وأخيرا رباعي كلوريد الكربون وذلك تبعا لكمية غاز الكلور الداخلة في التفاعل.



الميثان

كلوريد الميثيل

كلوريد الميثيلين

الكلوروفورم

رباعي كلوريد الكربون

ويستخدم كلوريد الميثيل في التبريد وفي التخليق العضوي وتحضير السيليكونات، على حين يستخدم كلوريد الميثيلين مذيبا للدهون وفي صناعة مطاط البيوثيل وصناعة ألياف الاستيات.

أما الكلوروفورم فيستعمل في التخدير في أثناء العمليات الجراحية، وفي صناعة البوليمرات المحتوية على الفلور، كما يستخدم رباعي كلوريد الكربون مذيبا للدهون وفي التنظيف الجاف، ولتخليص العظام من الجلود والشحوم، وفي استخلاص الزيوت من البذور، واستخلاص بعض القلوانيات من النباتات، بالإضافة إلى أنه يذيب التيومين وراتينجات الألكيد والفانيل.

ونظرا لأن رباعي كلوريد الكربون لا يقبل الاشتعال، فهو يستخدم في إطفاء الحرائق وفي تدخين الفراء والحبوب. كذلك يستخدم في صناعة الأصباغ والأدوية وبعض مركبات الفلور.

ويتفاعل الكلور مع الإيثان ليعطى كلوريد الإيثيل (C_2H_5Cl) الذى يستخدم فى تحضير كميات كبيرة من رابع إيثيل الرصاص الذى يضاف إلى الجازولين لمنع الدق فى محركات السيارات. كذلك يستخدم كلوريد الإيثيل مخدرا موضعيا فى علاج الأسنان، وفى صنع كثير من مبيدات الحشرات، وهو مذيب جيد لكل من الفوسفور والكبريت والشموع وخاصة عند درجات الحرارة المنخفضة.

كذلك تحضر بعض مشتقات الكلور من البنتان، مثل كلوريد البنتيل الذى يعرف أيضا باسم كلوريد الأميل ($C_5H_{11}Cl$)، ويستخدم فى تحضير مشتقات الأميل مثل الكحول الأميلي الذى يدخل فى صناعة الكيمائيات الدوائية وبعض المواد المستعملة فى التصوير الضوئى، وأستيات الأميل المستخدمة فى تحضير طلاء الدوكو للسيارات، وبعض أنواع طلاء الأظافر، والشمعات والورنيشات وأحبار الطباعة والجلود. كذلك تحضر منه أمينات الأميل التى تستعمل فى صناعة الأصباغ وفى وقاية الفلزات من التآكل، كما تحضر منه مادة أميل النفتالين التى تستعمل ملدنا فى صناعة اللدائن وصناعة أحبار الطباعة.

كذلك تحضر من الاستيلين عدة مشتقات أهمها كلوريد الفايثيل، وثلاثي كلورو إيثيلين، وفوق كلورو إيثيلين، وكلوريد الفايثيلدين.

ويستعمل كلوريد الفايثيل فى تحضير بوليمر «بولي كلوريد الفايثيل» (PVC) الذى تصنع منه عشرات من المنتجات مثل اللعب وأسطوانات الجراموفون والجلد الصناعي وبعض نعال الأحذية وغيرها.

أما ثلاثي كلورو إيثيلين فهو مذيب جيد لكثير من المواد، مثل القار والأصماغ، وهو قليل السمية ولا يقبل الاشتعال، ويمكن استرجاعه بعد استعماله، ولذلك يعتبر مديا اقتصاديا فى عمليات التنظيف الجاف وفى إزالة الشحوم من سطوح الفلزات وفى تنظيف الزجاج والجلود وغيرها.

ويتميز فوق كلورو إيثيلين بعدم قابليته للاشتعال كذلك، ولذلك تملا به بعض أسطوانات مقاومة الحرائق، كما يستعمل عازلا فى بعض محولات الكهرباء، بالإضافة إلى قدرته العالية على التنظيف، ولذلك فهو مادة أساسية فى التنظيف الجاف.

أما كلوريد الفايثيلدين فيستعمل مع غيره من المركبات غير المشبعة في صنع بوليمرات خاصة يطلق عليها اسم ساران «Saran» في الولايات المتحدة، وتصنع منها بعض أنواع المنسوجات والسجاد، كما تصنع منها خراطيم المياه وبديلات الجلود.

وهناك مشتقات أخرى للكلور ذات أهمية خاصة في إبادة الحشرات، مثل الجاممكسان «لندان»، والالدرين والديلدرين ومركب «د. د. ت»، وأخرى مبيدة للأعشاب مثل «٤، ٢ - د» وغيرها، وسيأتي ذكرها عند الكتابة عن المبيدات.

وقد دار النقاش بعض الوقت حول بعض مشتقات الكلور التي عرفت باسم «مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلور» «Polychlorinated Biphenyls» واختصر اسمها إلى (PCB) (بي سي بي)، وتوجد منها عدة أنواع مثل :



مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلور

وقد أنتج من هذه المركبات مئات الأطنان، واستعملت في شتى الأغراض، فاستخدمت في صناعة أنواع من الطلاء، وفي صناعة الورق واللدائن، كما استعملت في المنظفات الصناعية السائلة والمبيدات، وكعازلة في محولات الكهرباء. وقد عرف فيما بعد أن هذه المواد عالية السمية وشديدة الثبات ولا تتأثر بغيرها من الكيميائيات، ولذلك فهي تبقى كما هي في التربة، وفي مياه المجارى المائية والبحيرات لمدة قد تصل إلى عشرات السنين، وتؤدي إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية، وقد تصل إلى مياه الشرب، ولذلك منع إنتاجها واستخدامها في كثير من الدول.

وتوجد كذلك بعض مشتقات الكلور العضوية التي استخدمت في مجال الدواء، ومن أمثلتها مشتقات الكلوروزايلينول ذات الأثر المطهر، وبعض المواد النومة مثل الكلوروبوتانول وهدرات الكلورال (انظر الباب التاسع).

مركبات البروم:

مركبات البروم أقل استعمالاً من مركبات الكلور، ولكن بعض هذه المركبات له فائدة خاصة في حياة الإنسان، فيستعمل بروميد الفضة مثلاً في صنع الألواح الحساسة في التصوير الضوئي، كما تستخدم بلورات بروميد الصوديوم في تعيين أطيف المواد في الأشعة تحت الحمراء. كذلك يستخدم بروميد الإيثيلين ($\text{Br CH}_2 \text{CH}_2 \text{Br}$) في تخليص محركات السيارات من رواسب الرصاص الناتجة من إضافة رابع إيثيل الرصاص إلى الجازولين، فعندما يحترق هذا الوقود في المحرك، يتحول الرصاص إلى أكسيد الرصاص وبعض كبريتات الرصاص التي ترسب على السطح الداخلي للأسطوانات المحرك، ولكن إضافة بروميد الإيثيلين إلى الجازولين تساعد على تحويل رواسب الرصاص غير المتطايرة إلى بروميد الرصاص المتطاير الذي يخرج من العادم.

ويضاف أحياناً إلى الجازولين مركب برومو بنزين ($\text{C}_6 \text{H}_5\text{-Br}$) للمساعدة على إزالة رواسب الرصاص من المحرك، وتعرف المركبات من هذا النوع باسم «مزلقات أعلى الأسطوانات Upper Cylinder lubricants».

ويستعمل بروميد الإيثيل في التبريد، كما يستخدم مركب «بروموكلوروميثيلين» ($\text{Br CH}_2 \text{Cl}$) في إطفاء الحرائق، وبخاصة حرائق المعدات الكهربائية، وتستخدم بعض مركبات البروم العضوية الأخرى في تحضير بعض الأصباغ والمبيدات وغيرها.

مركبات الفلور:

حُضرَ غاز الفلور لأول مرة عام ١٨٨٦، وهو غاز شديد الميل للتفاعل حتى أنه يتزعزع ذرات الهيدروجين من جزيئات الماء مع انبعاث ضوء وحرارة حتى أنه يبدو كأن سطح الماء يشتمل عند ملامسته لغاز الفلور، ويتزعزع الفلور كذلك ذرات

الهيدروجين من جزيئات الهيدروكربونات، ويحل محلها، فهو يتفاعل مع الميثان معطيا رباعي فلوريد الكربون (CF_4)، وهو مركب شديد الثبات وغير قابل للاشتعال حتى أنه يمكن استخدامه فى إطفاء الحرائق.

كذلك يمكن للفلور أن يحل محل الكلور فى مركباته، وقد استخدمت شركة «ديون» الأمريكية هذه الطريقة عام ١٩٣٠ لتحضير بعض مركبات «الكلوروفلوروكربون» Chlorofluorocarbons (CFC) التى عرفت فيما بعد باسم الفريون، ومن أمثلتها فريون - ١١، وفريون - ١٢، وفوران - ١٤، ويرمز العدد الأول فى الرقم التالى للاسم إلى عدد ذرات الفلور فى كل جزيء.



فوران - ١٤



فريون - ١٢



فريون - ١١

وهذه المواد غازات فى درجة الحرارة العادية، وهى شديدة الثبات وليس لها أثر سام على الجسم، وقد استعملت هذه المواد بكثرة فى كثير من الأغراض، فاستعملت فى التبريد، وفى إطفاء الحرائق وغيرها. وقد انتشر استعمال كل من فريون - ١١، وفريون ١٢، مواد دافعة فى عبوات الأيروسول الخاصة بمزيلات الرائحة ومزيلات العرق، والمبيدات، والمواد الطاردة للحشرات وغيرها. وتحتوى العبوات المعطرة للهواء مثلاً على نحو ٨٠ ٪ من المواد الدافعة مع قليل من الجليكولات وبعض العطور. كذلك تحتوى عبوات المواد الطاردة للحشرات، مثل الناموس، على ثلاثة أجزاء من المواد الدافعة مع جزء واحد من فضلات الإيثيل والكحول الأيزوبروبيلي.

وتدل النسب السابقة على أنه كان هناك إفراط كبير فى استخدام هذه المواد الدافعة، وقد تبين أنها عندما تنطلق إلى الهواء تؤثر فى طبقة الأوزون الموجودة بطبقات الجو الوسطى، وتحميننا من غوائل الأشعة فوق البنفسجية الواردة من الشمس التى تصيب من يتعرض لها بكامل قوتها، بسرطان الجلد.

وقد تم الاتفاق بين الدول على منع تصنيع هذه المواد، والاستغناء عن استخدامها كمواد دافعة أو فى التبريد، وذلك حفاظاً على طبقة الأوزون. ويعتقد أن هناك نحو عشرين مليوناً من الأطنان من هذه المواد، مازالت متشرة فى الغلاف الجوى للأرض بسبب الإفراط فى استخدامها فى الأعوام السابقة.

وتعتبر مادة «التيفلون» المعروفة أحد المركبات الهامة للفلور، وهى عبارة عن رباعى فلورو إيثيلين ($F_2C = CF_2$) بعد بلمرته إلى بوليمر «بولى تترافلورو إيثيلين» Polytetrafluoroethylene ويرمز له أحيانا PTFE . وقد عرفت هذه المادة عام ١٩٤١، إلا أنه لم يتم تسويقها باسم تيفلون بواسطة شركة ديبون الأمريكية إلا بعد الحرب العالمية الثانية.

ولا تتأثر مادة التيفلون بالمواد الكيميائية، كما أنها لا تذوب فى أى نوع من المذيبات، ولا يلتصق بها شىء، وهى مرنة ويمكن تشكيلها، ولها خواص عازلة جيدة. وقد استعملت هذه المادة فى تغطية السطح الداخلى لبعض أدوات الطهى لمنع التصاق الطعام بها، كما استخدمت فى صنع بعض الجوانات لإحكام غلق فتحات الآلات، وفى تغطية بعض المحاور المتحركة، وفى تغطية الورق والنسيج بطبقة مانعة للماء.

وفى الحرب العالمية الثانية، استعملت زيوت فلورينية تتكون من جزيئات كبيرة مثل $(C_{21}F_{44})$ ، وهى زيوت تتميز باحتمالها لظروف التشغيل القاسية، كما حضرت أيضا مركبات أخرى للفلور مثل «الهالوثين» الذى استعمل فى التخدير.

أما مركبات الفلور غير العضوية الهامة، فعلى رأسها حمض الهيدروفلوريك (HF)، وهو حمض قوى يتفاعل مع كثير من المواد، ويستخدم فى زخرفة الزجاج، وفى الكتابة على الترمومترات. كذلك يستخدم الكرايوليت، وهو فلوريد مزدوج من الصوديوم والألومنيوم، فى تحضير فلز الألومنيوم من خامته، كما تضاف بعض أملاح الفلور إلى الماء للمساعدة فى منع تسوس الأسنان. وقد يضاف بعضها إلى معاجين الأسنان، ولكن أى زيادة غير محسوبة من أملاح الفلور قد لا تحمد عقباها.

مركبات اليود

يستعمل مركب يوديد البوتاسيوم وكذلك بعض أحماض اليود فى عمليات التحليل الكيميائى، ولكن أغلب مركبات اليود العضوية مركبات غير ثابتة، وإن

كان بعض منها يستعمل فى الطب لعلاج الغدة الدرقية أو لقتل أنواع البكتيريا مثل «الانتروفورم» وغيرها. ويعتبر مركب «ثنائى يود والمثيلين» (CH_2I_2) من أثقل السوائل المعروفة، فهو أثقل من الماء بأكثر من ثلاث مرات.

السليكون ومركباته:

السليكون من أكثر العناصر انتشارا فى قشرة الأرض، فهو يوجد متحدا بالأكسجين على هيئة ثنائى أكسيد السليكون (SiO_2) فى الرمال وعلى هيئة عروق الكوارتز، كما يوجد متحدا ببعض العناصر الأخرى على هيئة سليكات، مثل سليكات الصوديوم والبوتاسيوم وغيرها، ويشترك فى تكوين كثير من الصخور والمعادن التى نعرفها مثل الجرانيت، والفلدسبار، والمايكا، والطلق، وهى مواد هامة فى حياة الإنسان، فالجرانيت يستخدم فى البناء وفى صنع بعض التماثيل، والمايكا تصنع منها رقائق عازلة للكهرباء، أما الطلق فيستعمل فى صناعة البورسلين، كما قد يستعمل مادة مالئة فى أنواع الصابون أو اللدائن وغيرها.

كذلك يدخل السليكون فى صنع بعض أنواع الصلب، وفى صنع الخلايا «الفوتو فلتية»، وبعض الترانزستورات، والخلايا الشمسية، وبذلك يعتبر السليكون أحد العناصر التى ساعدت على تقدم الإنسان، وزادت من رفاهيته وراحته.

كذلك للسليكون مركبات أخرى هامة، فالزجاج يتكون أساسا من ثنائى أكسيد السليكون وبعض أكاسيد الفلزات الأخرى، كذلك هناك أيضا مركبات السليكون العضوية التى عرفها الإنسان حديثا واستخدمها فى شتى الأغراض التى يرتبط فيها السليكون ببعض ذرات من الكربون والأكسجين والهيدروجين.

الزجاج:

للزجاج أهمية خاصة فى حياة الإنسان، فهو يساعدنا على التغلب على ظلام الليل عندما يمدنا بالضوء الاصطناعى من خلال المصابيح الزجاجية، ويمكننا من رؤية أصغر الكائنات من خلال عدسات الميكروسكوبات، ويساعدنا على

استكشاف أغوار الفضاء من خلال مرايا وعدسات التلسكوبات، كما تصنع منه المرايا التي يرى فيها الإنسان صورته، والعدسات التي يحسن بها نظره وقدرته على الرؤية، كما تصنع منه بعض الأسنان الصناعية، ومقدمات الصواريخ والالياف الزجاجية التي تنقل نبضات الضوء، وهو الذي يسمح لنا بالاستمتاع بضوء الشمس وحرارتها عبر نوافذنا دون أن نتعرض لتيارات الهواء.

ويقول المؤرخ «بليسي» أن الفينيقيين كانوا أول من اكتشف الزجاج عندما كانوا يطهون طعامهم على شاطئ البحر، فقد كانوا يضعون أواني الطعام فوق كتل من النطرون (كربونات الصوديوم) فوق النار، وعندما انصهرت رمال الشاطئ واختلطت بالنطرون تكونت منهما كتل صغيرة من الزجاج. وهذه القصة ليست حقيقية؛ لأن درجة الحرارة ليست كافية لصهر الرمال والنطرون، ولا بد من وجود قدر كاف من الجير حتى يتكون الزجاج.

وقد عرف الزجاج منذ زمن بعيد في سوريا والعراق، وعرفه المصريون القدماء منذ نحو ٢٥٠٠ سنة قبل الميلاد، وكان للزجاج في ذلك الحين منزلة الأحجار الكريمة.

وقد انتقلت صناعة الزجاج من مصر إلى الرومان، وكانوا هم أول من نفخوا الزجاج لصنع الأواني المجوفة، ثم ظهرت بعد ذلك نوافذ الكنائس الملونة في بيزنطة، وازدهرت صناعة الزجاج في زمن لاحق في فينيسيا، ومنها انتقلت إلى جزيرة «مورانو» وعرف نوع من الزجاج باسم «زجاج مورانو».

وقد يتكون الزجاج طبيعياً عندما تدفع البراكين بالسليكات المنصهرة إلى سطح الأرض. كذلك قد يتكون عندما تضرب الصواعق الرمال القلوية فتنتج منها حبيبات صغيرة تعرف باسم «تكتايت Tektite».

ويحضّر الزجاج بصهر الرمل والجير وكربونات الصوديوم معا عند درجة حرارة عالية قد تصل إلى نحو ١٥٠٠°، ويعرف هذا النوع من الزجاج بزجاج الصودا، وتصنع منه بعض الأنابيب والأواح زجاج النوافذ، وبعض المرايا رخيصة الثمن، وهو أول ما عرف من أنواع الزجاج، وهو رديء المقاومة للحرارة.

وعند تبريد كتلة الزجاج المنصهر تزداد لزوجتها بشكل هائل، فتصل لزوجتها عند ٥٠٠م إلى ملايين المرات قدر لزوجتها عند ١٣٠٠م، ولهذا فإن جزيئات الزجاج لا تسنح لها الفرصة كي تترتب بانتظام كما فى أغلب المواد الجامدة، بل يبقى ترتيب هذه الجزيئات عشوائيا كما فى حالة السوائل، ولذلك يوصف الزجاج بأنه سائل فوق مبرد Supercooled Liquid أو يوصف بأنه محلول جامد Solid Solution .

وهذا الترتيب العشوائى لجزيئات الزجاج يميزه عن غيره من المواد، فهو شفاف ولامع السطح وسهل التشكيل بالحرارة، كما يمكن سحبه إلى ألياف دقيقة، وهو يستطيع أن يذيب قدرا كبيرا من الأكاسيد الملونة، ولو كانت جزيئات الزجاج مرتبة فى ترتيب منتظم كما فى المواد المتبلورة، لما كان من الممكن ضغطه أو نفعه أو سحبه.

وقد اكتشف كيميائى ألماني يدعى «أوتو شوت» أن إضافة أكسيد البورون إلى مصهور الزجاج فى أثناء صنعه، يحسّن كثيرا من صفاته الحرارية، وأسس بعد ذلك شركة «شوت» عام ١٨٨٤، وصنع فيها زجاج البوروسليكات الذى عرف بعد ذلك باسم «زجاج يينا» نسبة إلى المدينة التى أقيم فيها المصنع، وهو زجاج يتميز بأن معامل تمدده صغير، ولذلك تصنع منه أدوات المعامل التى تتعرض للحرارة. وفى عام ١٩١٥ أنتجت شركة «كورننج» الأمريكية نوعا محسنا من زجاج اليوروسليكات أطلق عليه اسم «بايركس»، ويقل معامل تمدده بالحرارة بنحو الثلث تقريبا عن زجاج يينا، واستخدم فى صنع أدوات المعامل الزجاجية وأوانى الطهو ذات الجدران السمكة، وفى صنع الزجاجات والمصابيح الكهربائية.

وهناك أنواع أخرى من الزجاج مثل الزجاج المحتوى على أكسيد الأنثيمون وتصنع منه شاشات الرادار والتلفزيون وعدسات النظارات، كذلك الزجاج الذى تضاف إليه عناصر الفلور والزنك والالومنيوم، وهو زجاج أبيض غير شفاف يعرف باسم «الأوبال»، ويستخدم فى صنع بعض الثريات والمصابيح الكهربائية.

أما الزجاج البلورى الذى يعرف باسم «الكريستال»، فهو يحتوى على نسبة عالية من الرصاص قد تصل إلى نحو ٨٠٪ ويحل فيه البوتاسيوم محل الصوديوم، وهو يتميز بقدرة على نشر الضوء وعكس الألوان، ويزداد تلاقؤ هذا الزجاج بإضافة أكسيد الباريوم إليه فى أثناء صنعه.

ويتحاشى كثير من الناس استخدام زجاج الكريستال فى أدوات الشرب خوفا من التسمم بما به من رصاص، ولذلك تقوم الشركات المنتجة لهذا الزجاج بتغطية السطح الداخلى للأوانى والكتوس المصنوعة منه، بطبقة رقيقة وشفافة من بعض البوليمرات لتفصل بين سطح الزجاج وما به من سوائل.

وعندما يحتوى الزجاج على نسبة عالية من السليكا يصبح معامل تمدده بالحرارة صغيرا للغاية ولا يتأثر بالتغيرات الكبيرة فى درجات الحرارة، كما أنه يصبح شفافا بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية، وهو يستخدم فى صنع بعض الأجهزة البصرية.

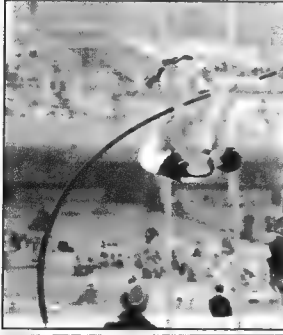
وهناك نوع من الزجاج يسمى «الزجاج السيراميكى» وهو يحتوى على أكسيد التيتانيوم أو أكسيد الزركونيوم، وله خواص ضوئية جيدة، وأحد أنواع هذا الزجاج الذى يحتوى على نسبة عالية من أكسيد الزركونيوم يعرف باسم «زيرودور» *Zerodur* يستخدم حاليا فى صنع مرابا المرصد الأوروبى، كما أن هناك نوعا آخر من الزجاج السيراميكى يعرف باسم «ماكور» *Macor*، وهو زجاج شديد الصلابة حتى أنه يمكن قطعه وتشكيله على المخرطة مثل الصلب، وتصنع منه بعض مسامير الربط والصواميل، كما تصنع منه إطارات نوافذ مكوك الفضاء.

كذلك هناك نوع ثالث من الزجاج السيراميكى يعرف باسم «دايكور» *Dicor*، وهو يفوق البورسلين فى صلابته؛ ولذلك تصنع منه بعض الأسنان الصناعية. كذلك يستخدم الزجاج السيراميكى فى صنع «الزجاج الرغوى»، وهو يحضر بإضافة الفحم إلى مصهور الزجاج فى أثناء تصنيعه، وعندما يتأكسد الفحم يتدفع غاز ثانى أكسيد الكربون فى جسم الزجاج محدثا به آفا من الفراغات حتى يصبح كالإسفنج. ويتكون مكعب الزجاج الناتج من نحو ٧ ٪ مواد صلبة، ونحو ٩٣ ٪ من الهواء؛ ولذلك له قدرة عالية على العزل الحرارى، ولذلك يستعمل هذا الزجاج فى تغليف مقدمة مكوك الفضاء، وكذلك مقدمات الصواريخ.

ويمكن تقسية الزجاج بطريقة تشبه طريقة تقسية الصلب وذلك بتبريد بعض أنواعه فى حمام من الزيت، ويؤدى هذا التبريد الفجائى إلى تقلص السطح الخارجى للزجاج الذى يضغط بشدة على الأجزاء الداخلية للزجاج مما يزيد من

صلابته وقوة احتماله . وقد صنعت من هذا الزجاج كرات من الزجاج تتحمل الطرق الشديدة دون أن تنكسر . وهناك أنواع من الزجاج المقسى تتحمل ضغوطا هائلة قد تصل إلى نحو ٢٢٠٠٠ رطل على البوصة المربعة، وهى تستعمل فى صنع بعض عدسات النظارات والأجهزة البصرية، وزجاج أفران الطهى، وزجاج بعض السيارات، وأهداف كرة السلة غير القابلة للكسر.

ويمكن سحب الزجاج إلى ألياف دقيقة تستعمل فى عمل أنواع خاصة من المنسوجات (انظر الألياف الصناعية)، كذلك يصنع من هذه الألياف التى تضمها معا إحدى البوليمرات نوع من الزجاج الرقائقى يدانى الفولاذ فى متانته وقوة تحمله، وتصنع منه بعض أجزاء هياكل السيارات والطائرات، وبعض أجزاء سفن الفضاء.



وقد استعملت الألياف الزجاجية حديثا لنقل إشارات التليفون والتلفزيون عبر مسافات طويلة تصل إلى نحو ١٢ كيلو متر دون الحاجة إلى تقويتها، ويستخدم حاليا نحو ثلاثة عشر مليوناً من الكيلو مترات من هذه الألياف فى الولايات المتحدة وحدها. كذلك يمكن للألياف الزجاجية نقل نبضات الليزر بكفاءة عالية تبلغ نحو ٣٢٠٠٠ مرة قدر ما يمكن أن تنقله أسلاك النحاس. ومن المنتظر أن تستخدم الحاسبات الجديدة، الألياف الزجاجية، وهذه

تستعمل ألياف الزجاج المرنة والمتينة فى صنع بعض الأدوات الرياضية مثل زانة القفز المالى

الأجيال الجديدة سوف تعمل بالضوء بدلا من الإلكترونات، وسيتم تخزين البرامج فيها بنبضات من الليزر، وقد تعمل بسرعة تزيد مئتين المرات عن سرعة الحاسبات الحالية.

وتستخدم الالياف الزجاجية فى صنع المناظير الطبية التى تمكنا من رؤية ما يدور فى بعض الأجزاء الداخلية فى أجسامنا دون الحاجة إلى فتح جراحي فى الجسم. ويتم حاليا إدخال كريات زجاجية دقيقة بداخلها بعض المواد المشعة، فى الكبد، عن طريق الأمرة. وبذلك يصل الإشعاع إلى الجزء المصاب فقط دون أن يسرى فى الجسم كله. وتنفذ هذه الكريات نشاطها الإشعاعى بعد نحو ثلاثة أسابيع، ولكنها تبقى فى الكبد إلى الأبد، ولا يعرف حتى الآن تأثير بقاء هذه الكريات الزجاجية فى جسم الإنسان على صحته.

كذلك تصنع حاليا من الالياف الزجاجية أنواع جديدة من الميكروسكوبات قد تمكنا من الحصول على صور شديدة الوضوح لأدق الأشياء حتى تلك الأشياء التى تصل أبعادها إلى جزء من مليون جزء من البوصة، وهناك بعض المشافلين الذين يعتقدون أنها قد تجعلنا فى المستقبل، قادرين على رؤية ما يدور فى داخل الخلية الحية.

ويستفاد من الثبات الكيميائى للزجاج فى تغليف النفايات النووية المشعة التى تجب بعض الدول صعوبة كبيرة فى التخلص منها. وقد استخدمت الولايات المتحدة هذه الطريقة للتخلص من النفايات المشعة الناتجة عن مفاعلات إنتاج البلوتونيوم - ٢٣٩، والترينيوم، المستخدمين فى صنع الأسلحة النووية منذ عام ١٩٥٠، والتى يصل حجمها إلى نحو ٣٤ مليونا من الجالونات وبها قدر كبير من نظائر السيزيوم والاسترنيوم التى يستمر نشاطها الإشعاعى زمنا طويلا.

كذلك استخدمت كل من فرنسا وإنجلترا هذه الطريقة التى تتلخص فى صهر هذه النفايات مع كريات صغيرة من زجاج البوروسليكات، ثم تصب فى قوالب فتتحول إلى كتل تشبه الصخر، وتغلف بعد ذلك بأغلفة من الصلب الذى لا يصدأ وتطمر فى باطن الأرض على عمق كبير.

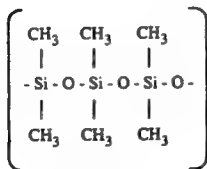
وهناك من يحلمون بصنع أنواع جديدة من الزجاج تحقق كثيرا من أحلام البشر، مثل الزجاج الذى يمكن أن يتحول من الشفافية إلى العتامة بمجرد للمس، أو بالضغط على زر خاص، ويغنينا بذلك مستقبلا عن وضع ستائر على النوافذ، أو مثل الزجاج الذى يوصل التيار الكهربائى، أو يغير لونه تحت بعض الظروف الخاصة، ويقال أن هناك نجاحا محدودا فى بعض هذه الاتجاهات، ولكن يتظر أن تكون هذه الأنواع الجديدة مرتفعة الثمن إلى حد كبير.

وتتجه كذلك بعض هذه البحوث الجديدة إلى محاولة إنتاج نوع من الزجاج يقاوم الحرارة ولا يتأثر بها، وإذا نجحت هذه البحوث، فقد يصبح ممكنا تصنيع محركات للسيارات من هذا الزجاج الذى يتحمل الحرارة والضغط، وقد لا تحتاج مثل هذه المحركات الزجاجية إلى نظام تبريد بالماء أو بالهواء.

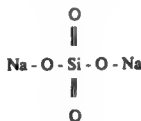
ولا يقتصر دور الزجاج فى حياتنا على نفعه فقط، بل إن له جمالا خاصا به يتبدى بوضوح فى كثير من الأشياء التى تصنع منه، مثل الاوانى البلورية متعددة الأشكال، والحلى المتألثة، وبعض القطع الفنية الأخرى التى تصنع منه، وبصفة عامة يصلح الزجاج لصنع عشرات من الأشياء، فهو شديد التحمل للظروف الطبيعية، بالإضافة إلى قلة تكلفته، وتوافر المواد الخام التى يصنع منها، فى كل مكان على وجه التقريب.

السليكونات

ترتبط ذرات السليكون فى مركبات السليكات غير العضوية بذرات الفلزات عن طريق ذرات من الأكسجين، كما فى سليكات الصوديوم، أما مركبات السليكون العضوية فيختلف تركيبها عن ذلك. وقد بين أحد العلماء البريطانيين ويدعى «كينج F. S. Kipping» فى مجموعة من بحوثه التى نشرها بين عامى ١٨٩٩، ١٩٤٩، أن هذه المركبات تتكون من سلسلة غير عضوية تتبادل فيها ذرات السليكون مع ذرات الأكسجين، وتتصل بذرات السليكون فيها بعض المجموعات العضوية مثل مجموعات الميثيل أو مجموعات الفينيل.



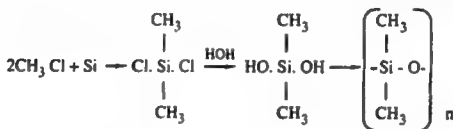
السليكونات



سليكات الصوديوم

وقد بدأت بعض الشركات الأمريكية فى بداية الثلاثينات، فى الاهتمام ببعض هذه المركبات، وبخاصة شركتا «كورتنج» لصناعة الزجاج، و«جنرال إلكتريك»، فقد كانت كل منهما تسعى للحصول على مادة تجمع بين الخواص العازلة للزجاج، ولها فى الوقت نفسه مرونة اللدائن، بالإضافة إلى قدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية.

وفى عام ١٩٤٢ تعاونت شركة «كورتنج» للزجاج مع شركة «داو» للكيميائيات لإنتاج هذه السليكونات بتفاعل كلوريد الميثل مع المغنسيوم ثم مع رابع كلوريد السليكون، ولكن شركة «جنرال إلكتريك» استخدمت طريقة مباشرة لتحضير هذه السليكونات عام ١٩٤٥ وذلك بتفاعل كلوريد الميثل مع مسحوق السليكون لتكوين ثنائى كلوريد السليكون الذى يحلل بعد ذلك بالماء ويحول إلى البوليمر المطلوب.



ثنائى ميثيل كلوريد السليكون

بوليمر السليكونات

والسليكونات ثلاثة أنواع، فمنها سوائل، ومنها راتينجات، ومنها مواد مطاطية تعرف باسم «إيلاستومرات» بسبب مرونتها. وتتكون السليكونات السائلة من جزيئات على هيئة سلسلة مستقيمة، أما الراتينجات فهي شبكية التركيب تتصل فيها السلاسل المستقيمة بالسلاسل الأخرى التى تجاورها، وكذلك التى تقع فوقها أو تحتها مكونة شبكة تمتد فى الأبعاد الثلاثة المعروفة.

وتتكون السليكونات المطاطية من سلاسل طويلة مرتبطة جزئياً برابط شبكى مع السلاسل الأخرى بواسطة فوق الأكاسيد، ومقواة بمواد مألثة مثل السليكا.

وتستخدم سوائل السليكونات عند خلطها بالشمع فى بعض عمليات التشحيم، وفى عمليات الصقل والتلميع، وهى تحمى السطوح من الماء ومن الشوائب بشكل أفضل مما يفعل استخدام الشمع وحده. كذلك تستخدم هذه

السوائل لمنع التصاق المصنوعات التي تصب في قوالب، مثل إطارات السيارات وبعض اللدائن والفلات، فيصنع منها مستحلب مع الماء، ويرش به السطح الداخلي للقالب.

كذلك استخدمت سوازل السليكونات في تصنيع أنواع خاصة من الطلاء، وهي تضاف على الطلاء لمعة خاصة، وتمنعه من الانكماش بفعل العوامل الجوية. كذلك قد تعامل بها بعض أنواع النسيج أو الجلود لجعلها منيعة للماء.

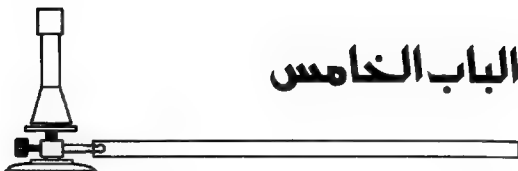
وتتميز راتينجات السليكونات بصفاتها العازلة وبمقاومتها لفعل الحرارة، بالإضافة إلى أنها منيعة للماء ويمكن استعمالها لمنع التصاق المصنوعات المختلفة بقوالب الصب، مثلها في ذلك مثل سوازل السليكونات.

وقد استخدمت راتينجات السليكونات في عمليات صب القصدير عند درجات الحرارة العالية دون أن تتأثر أو تفقد قدرتها على منع الالتصاق رغم تكرار عملية الصب عشرات من المرات. كذلك استعملت هذه الراتينجات في تغطية بعض جدران المباني لحمايتها من الماء.

أما مطاط السليكون فهو عالي المرونة، وقد أمكن صنع عجينة منه مع بعض مركبات البورون، تتصف بمرونتها العالية، فهي تتردد عند اصطدامها بجسم صلب مثل كرات الكاوتشوك، ولهذا استعملت في صنع لب كرات الجولف.

ولا يفقد مطاط السليكونات مرونته حتى عند درجات الحرارة العالية التي يفقد عندها المطاط العادي مرونته تماماً وإلى الأبد. كذلك يبقى مطاط السليكونات مرناً عند درجات الحرارة المنخفضة التي يتحول عندها المطاط العادي إلى مادة جامدة وهشة، ولذلك يستعمل مطاط السليكونات في كثير من الأغراض التي لا يصلح فيها استخدام المطاط العادي.

وتتحسن خواص مطاط السليكونات وتزداد مقاومته للزيوت ومقاومته كذلك للقطع والتمزق، عندما تضاف إليه بعض بوليمرات الفلورو كربون مثل التفلون. وتستعمل هذه الأنواع المخلوطة من مطاط السليكونات في صنع بعض مكونات الطائرات، مثل مواد العزل الحراري وبعض أجزاء تكييف الهواء، ومنع تكون الجليد وأنظمة التسخين، كما تستخدم في صنع بعض المعدات الطبية مثل أنابيب نقل الدم وغيرها.



الباب الخامس

دور الكيمياء فى مجال الكساء

- الألياف الطبيعية والصناعية

- الحرير الصناعى

- النايلون

- ألياف صناعية أخرى

- ألياف الزجاج



الآلياف الطبيعية والصناعية:

يحتاج الإنسان إلى الكساء فى حياته، فهو يقيه من شدة الحر، ويمنع عنه لسة البرد، كما أنه يكسبه مظهرا يميزا له ويزيد من حسنه وبهائه.

وقد فطن الإنسان منذ قديم الزمان إلى أهمية الكساء، ولم يجد أمامه ما يغطى به جسمه إلا بعض المصادر الطبيعية المحيطة به، وهى إما مصادر نباتية مثل القطن والكتان، وإما مصادر حيوانية يأخذ منها الصوف والحريز.

وقد تعلم الإنسان غزل هذه الآلياف الطبيعية ونسجها، وصنع منها ملابسه وما يحتاجه من غطاء. وقد احتل القطن المكانة الأولى فى صنع الأنسجة، ولذلك انتشرت زراعته فى كثير من البلدان، وأصبح موردا هاما من موارد الثروة فى بعض هذه البلاد.

وتتميز آلياف القطن بمتانتها وقابليتها للفسل مع رخص ثمنها، وانتشر استخدام الملابس المصنوعة منها فى البلاد الحارة والدافئة، أما الصوف فقد انتشر استخدامه فى المناطق الباردة، فهو يساعد على حفظ درجة حرارة الجسم، ولكنه يحتاج إلى مهارة خاصة فى تربية الأغنام، وفى تجهيز صوفها وغزله إلى خيوط يمكن نسجها.

ويحتل الكتان المركز الثالث من بين هذه الآلياف الطبيعية، ولو أنه يشمى بمتانة أليافه التى تفوق متانة آلياف القطن. كذلك لا يتشر استعمال الحريز كما فى حالة القطن والصوف، فهو يحتاج إلى خبرة كبيرة فى تربية دودة القز، وإلى مجهود كبير فى جمع محصوله وتحويله إلى نسيج، ولذلك يعتبر إنتاج الحريز مرتفع التكاليف مما يؤدى إلى ارتفاع ثمنه فى سوق النسيج.

وقد انعم الكيمائيون منذ زمن بعيد إلى دراسة تركيب كل هذه الآلياف الطبيعية لعلهم يستطيعون تقليدها فى معاملهم، وعرفوا أن الصوف والحريز عبارة عن مواد بروتينية تتكرر فى جزيئاتها وحدات من الأحماض الأمينية. كذلك عرفوا أن آلياف القطن تتركب من السليولوز الذى يشبه البوليكرات فى تركيبه، وأن جزيئاته طويلة السلسلة تتكون من وحدات متكررة من السكر، وقد يصل الوزن الجزيئى للسليولوز إلى ٨٠٠,٠٠٠ أو أكثر.

وقد ساعدتهم هذه المعرفة كثيرا، فحاولوا كخطوة أولى، تعديل صفات بعض هذه الألياف الطبيعية لزيادة متانتها وقوة تحملها، وكذلك لمنع تحللها بمرور الزمن، أو لمنع تعطنها بالرطوبة وأيضا لزيادة جمالها وتحسين ملمسها ونعومتها.

الحريـر الصناعى:

كانت نقطة البداية فى محاولات العلماء لتعديل صفات بعض الألياف الطبيعية هى تحويل ألياف السليولوز الطبيعية الموجودة بالقطن أو الخشب إلى ألياف تشبه الحرير.

ويكوّن السليولوز بالاشتراك مع بعض المواد الأخرى الجزء الصلب فى سيقان النباتات. وهو يوجد فى الخشب مع اللجنين والهيميسليولوز وبعض الراتنجات وكذلك مع بعض البروتينات والأصباغ، ولكنه يوجد فى القطن فى حالته النقية تقريبا وتبلغ نسبته فيه إلى نحو ٩٨ ٪.

ويحضر السليولوز عادة من الخشب، وتعتمد طريقة فصله من الخشب فى حالة نقية على ثبات السليولوز تجاه بعض المواد الكيميائية التى تؤثر فى غيره من المركبات المصاحبة له أو تذيبها، ولكنها لا تؤثر فيه.

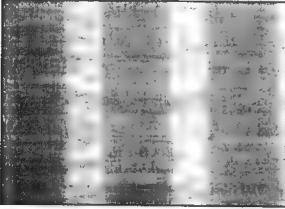
ويقطع الخشب أولا إلى قطع صغيرة قليلة السمك، ثم يطبخ هذا الخشب بواسطة البخار مع بيكبريتيت الكلسيوم وتحت الضغط فى غلايات كبيرة من الصلب المقاوم للأحماض. ويتخلل بيكبريتيت الكلسيوم فى مسام الخشب ويذيب اللجنين وأملاحه، كما يذيب جزءا كبيرا من الهيميسليولوز، ثم يغسل السليولوز المتبقى بالماء. ولا يستخدم السليولوز الناتج من هذه العملية مباشرة ولكن يتم تبيضه بغاز الكلور أو بمحلول هيبوكلوريت الكلسيوم، أو فوق أكسيد الهيدروجين. وتعرف هذه الطريقة باسم «طريقة الكبريتيت» «Sulphite Process».

وهناك طريقة أخرى تعرف باسم «طريقة الكبريتات»، وفيها تسخن شرائح الخشب إلى درجة الغليان مع محلول قلوى من كبريتيد الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم ويذوب الهيميسليولوز فى هذه الطريقة كما يتم التخلص من اللجنين على هيئة مركب كبريتى.

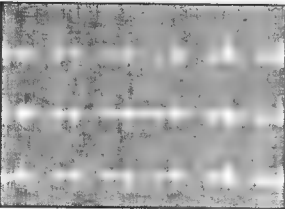
وتستعمل اليوم طريقة حديثة تعرف باسم «الطريقة المستمرة» ويتكون إناء الطبخ فيها من أنابيب ضخمة قد يصل قطر كل منها إلى ١٢٠ سنتيمتر، كما قد يصل طولها إلى نحو ١٠ أمتار.



وتشحن هذ الأنابيب بالخامات من طرفها وتمر فيها هذه الخامات بمساعدة حلزون يدفعها من أنبوبة إلى أخرى، ويخرج السليولوز من طرفها الآخر. ويمكن بهذه الطريقة تجهيز نحو ٣٠٠ طن من السليولوز كل ٢٤ ساعة.



وهناك طرق أخرى لتحضير السليولوز، فهو مادة هامة تدخل في كثير من الصناعات مثل صناعة الورق والنسيج والفرقعات، وكذلك بعض الألياف الصناعية، وقد بلغت الكمية المستخدمة منه في مختلف الصناعات الكيميائية عام ١٩٥٧ نحو ٢٣ مليوناً من الأطنان.



ولا يترك الكيميائيون شيئاً دون أن يجدوا له فائدة ما، فيستفاد من النواتج الثانوية التي تتكون في عمليات تجهيز السليولوز في كثير من الأغراض، ومن بينها بعض الكحولات، والثايمول، وبعض

انسجة من الألياف الصناعية مكبرة ٥٠ مرة

الصورة العليا نسيج من النايلون - الوسطى نسيج

من الرايون السفلى نسيج من البولي إستر

الهيدروكربونات التريينية، كما تحتوى السوائل الناتجة على حمض الخليك والفورفورال وغيرها.

أما التكريرات الناتجة من تحلل الهيميسيلولوز، فتستخدم فى تحضير الكحول الإيثيلي، ويمكن الحصول على نحو ٩٠ لترا من الكحول مقابل كل طن من السيلولوز.

وقد يستعمل خليط المواد المتبقية بعد تركيز السوائل الناتجة من هذه العمليات فى صنع أنواع من الأسمنت أو الطوب، أو بعض المواد العازلة. وهكذا نجد أن العمليات الكيميائية عمليات متكاملة لا تترك أى نواتج ثانوية دون أن تجد لها فائدة للإنسان.

١ - حرير القطن والسيلولوز:

والألياف السيلولوز ليست لها مرونة كافية، وكان قد عرف عام ١٨٤١ أن ألياف القطن التى تتكون من السيلولوز تتفاعل مع حمض التريك لتعطى مادة مفرقة عرفت باسم قطن البارود، كما تعطى نواتج أخرى تدوب بسهولة فى الكحول والإثير.

وقد دفعت هذه التجارب الكونت «هيلير دى شاردونيه» إلى إنتاج مادة تشبه الحرير من السيلولوز، وكان «شاردونيه» يعمل مساعدا «للويس باستير» فى دراسته للأمراض التى تصيب دودة القز التى تنتج الحرير الطبيعى.

وقد قام «شاردونيه» بمعالجة لب الخشب وألياف القطن بـحمض التريك وحصل بذلك على مادة تشبه قطن البارود، ولكنها تحتوى على نسبة أقل من التروجين وليس لها صفات المفرعات. وعندما أذاب التروسيلولوز الناتج فى خليط من الكحول والإثير تكون سائل لزج يمكن من دفعه خلال مغزل به ثقوب ضيقة ليكون خيوطا لامعة تشبه خيوط الحرير.

وقد أجرى «شاردونيه» هذه التجارب عام ١٨٨٤، وسارعت بعض الشركات فى استخدام حرير التروسيلولوز فى صنع بعض ملابس السيدات، وقد أثارت هذه الملابس الإعجاب عند عرضها فى معرض باريس عام ١٨٨٩.

وكانت أهم عيوب هذا الحرير الصناعى هو أن المنسوجات المصنوعة منه كانت سريعة الاشتعال وتسببت فى وقوع بعض الحوادث الخطيرة، ولذلك لم يلق قبولا عند كثير من الناس، وطالبت شركات التأمين بتحريم إنتاجه.

ب - حرير الكوبرامونيوم:

كذلك حضرت خيوط لامعة أخرى من السيلولوز تم فيه الاستغناء عن معاملة السيلولوز بحمض التريك. ومن أمثلتها معاملة السيلولوز بمحلول الكوبرامونيوم (مركب من هيدروكسيد النحاس مع النشادر)، وتذوب ألياف السيلولوز فى هذا المحلول الذى يعطى خيوطا لامعة عند دفعه خلال مغزل إلى حوض به حمض الكبريتيك.

وهذه الطريقة أقل تكلفة من طريقة التتروسيلولوز لعدم استخدام مذيبات عضوية غالية الثمن فيها، مثل الكحول أو الإثير. ولكن الخيوط الناتجة لم تكن لها مرونة كافية ولهذا تم الاستغناء عنها.

ج - حرير الاستيتات:

حضرت لأول مرة خيوط تشبه الحرير فى لمعانها وغير قابلة للاشتعال عام ١٩١٨ بواسطة الأخوين «درايفوس» فى سويسرا، وذلك بمعاملة السيلولوز بحمض الخليك «حمض الاستيتك» وعرفت المادة الناتجة باسم أستيتات السيلولوز. وقد نجحنا فى أول الأمر فى صنع فيلم رقيق من هذه المادة غير قابل للاشتعال، ثم تمكنا بعد ذلك من إنتاج خيوط رفيعة من هذه المادة، ولكنها لم تكن صالحة للغزل كما أنها كانت لا تقبل الأصباغ.

وقد تمكن الأخوان بعد ذلك من تحضير نوع جديد من أستيتات السيلولوز بمعاملة ألياف السيلولوز بخليط من حمض الخليك وأنهيدريد الخليك فى وجود حمض الكبريتيك. وقد وجد أن هذه المادة تذوب بسهولة فى الأستيون لتعطى محلولاً لزج القوام، وعند إمرار هذا المحلول خلال مغزل دقيق الثقوب تندفع منه خيوط دقيقة بعد تبخر المذيب. وقد أمكن بعد ذلك سحب هذه الخيوط ولفها على بكرات خاصة.

وقد عرفت هذه الخيوط فيما بعد باسم حرير الأستيتات، كما عرفت أيضا باسم «السيلايز». والحرير الناتج منها شديد اللمعان وتاعم اللمس، ولا يمتص الماء

تقريبا، ولا يقبل الاصباغ، وقد اعتبرت عدم قابليته للصبغة إحدى مميزاته الهامة.

وقد رفضت أكثر شركات النسيج استخدام هذه الخامة الجديدة في أول الأمر، إلا أن حرير الأستات أصبح منافسا للرايون فيما بعد.

٥ - الفسكوز والرايون

تمكن اثنان من الكيميائيين البريطانيين عام ١٨٩٢ من تحضير خيوط لامعة من السيلولوز، وهما «تشارلز كروس» «Charles Cross» و«إرنست بيفان» «Ernest Bevan»، فقد وجدا أن ألياف السيلولوز تذوب بسهولة في الصودا الكاوية، وعند معالجة هذا السيلولوز القلوي بثاني كبريتيد الكربون أعطى سائلا لزجا له قوام العسل. وعندما دُفعا هذا السائل من خلال مغزل دقيق الثقوب إلى محلول حمضى لمعادلة القلوى، تكونت خيوط رفيعة لامعة أمكن نسجها فيما بعد وعرفت باسم «خيوط الفسكوز» «Viscose».

وقد عرف الحرير الناتج باسم حرير الفسكوز، وهو حرير لامع السطح وناعم الملمس، ولكنه لا يشيع الدفء في الجسم، ولذلك قل الطلب عليه.

وفي عام ١٩١٣ تقدم رجل فرنسى يدعى «جودارد» بفكرة جديدة لتصنيع نسيج أكثر جودة من حرير الفسكوز، وذلك بتقطيع خيوط الفسكوز إلى أطوال قصيرة تعرف باسم «Staple fibres»، ثم تغزل هذه الخيوط بنفس الطريقة المتبعة في غزل ألياف القطن، فتتكون منها خيوط جديدة أكثر سمكا، وأشد متانة، ونسج منها حرير لامع السطح وناعم الملمس، ويحمل الغسيل المتكرر، كما أنه يقاوم البلى، وقد عرف هذا الحرير باسم حرير «الرايون» ثم عرف بعد ذلك باسم «الرايون» فقط.

وقد بدئ فعلا في إنتاج الرايون عام ١٩٣٤، وأدخلت على صناعته تحسينات كثيرة بعد ذلك جعلته صالحا لصنع أشكال متعددة من النسيج، بعضها نصف شفاف، وبعضها الآخر أكثر سمكا، واستخدم في صنع السجاد والمفروشات، كما استخدم في صناعة إطارات السيارات بوضعه بين طبقات من المطاط لزيادة قوة تحمله، وعرفت باسم «التيلة».

وكانت الخطوة الثانية لعلماء الكيمياء هى محاولة إنتاج ألياف صناعية مخلقة من بعض المواد الكيميائية المعروفة، لتحل هذه الألياف الجديدة محل الألياف الطبيعية، ويمكن استخدامها فى صنع مختلف المنسوجات والملابس والمفروشات وغيرها من الأغراض.

وقد نجح علماء الكيمياء فى ذلك فقاموا بتحضير أصناف جديدة من الألياف الصناعية التى تميزت برخص ثمنها، وبأنها لايعتمد فى إنتاجها على صلاحية التربة الزراعية وحالة الجو كما فى حالة الخيوط الطبيعية الناتجة من النباتات، وكذلك لا يتأثر إنتاجها بانتشار الأمراض أو الأوبئة كما فى حالة الخيوط التى تؤخذ من الحيوانات. ويضاف إلى ذلك أنه يمكن التحكم فى خواص هذه الألياف الصناعية بشئير تركيبها أو طريقة تصنيعها.

وتعتبر المنسوجات والأقمشة المصنعة من خيوط كيميائية بحثة من أهم إنجازات الكيمياء العضوية الحديثة.

النايلون،

يعتبر النايلون من أوائل هذه المنسوجات الصناعية ومن أشهرها، وصاحب الفضل فى اكتشاف النايلون هو العالم الأمريكى «والاس كارورس» Wallace Carothers، وقد توصل إلى هذا الاكتشاف فى أثناء دراسته لعملية البلمرة عام ١٩٢٨. وقد احتاجت بلورة هذا الاكتشاف إلى وقت طويل وعمل مُضْن، حتى تمكن عام ١٩٣٥ من تحضير بوليمر جديد يتفاعل مركب «سداسى مثيلين ثنائى الأمين» مع حمض به مجموعتا كربوكسيل ويعرف باسم «حمض أدبيك»، وله صفات مناسبة قد تؤهله لإنتاج الخيوط.

وقد قامت شركة «ديبون» Dupont الأمريكية بتجديد عدد كبير من الباحثين لحل مشاكل تحويل هذا البوليمر إلى خيوط تصلح للنسيج. وقد نجحت التجارب المختلفة فى إنتاج هذه الخيوط، وظهرت فى الأسواق عام ١٩٣٨ جوارب للسيدات مصنوعة من هذه الخيوط التى عرفت باسم خيوط «نايلون ٦٦»، حيث يرمز العدد ٦٦ إلى أن النايلون مصنع من مادتين تحتوى جزيئات كل منهما على ست ذرات من الكربون، ثم اختصر الاسم بعد ذلك إلى نايلون فقط.

وقد ظهر الإنتاج الحقيقى للنايلون فى الاسواق فى الولايات المتحدة عام ١٩٤٠، وأنتج منه فى ذلك العام نحو ٤٠٠٠ طن.

وقد بلغ من شهرة خيوط النايلون أنها أصبحت دليلا على الخيوط الصناعية الأخرى فى كثير من البلدان، مهما اختلف تركيب هذه الخيوط، كما أن هذا الاسم أطلق كذلك على ألياف البولى أميد الأخرى التى تستعمل فى كثير من الأغراض.

وتتم صناعة خيوط النايلون بصهر البوليمر، ثم دفع المادة المنصهرة خلال مغازل دقيقة الثقب، فتتكون منها خيوط دقيقة تتجمد بمجرد تعرضها إلى الهواء. وعادة ما تشد خيوط النايلون فور تكونها إلى نحو أربعة أمثال طولها الأسمى، والهدف من ذلك هو جعل سلاسل جزيئاتها مستظمة ومتوازية مما يزيد كثيرا فى متانة هذه الخيوط التى تصبح بذلك خيوطا دقيقة السمك وتصل متانتها إلى متانة سلك من الصلب له نفس السمك.

ولا تتأثر خيوط النايلون بالغسيل، وهى لا تنكش ولا تحتاج إلى الكى، كما أنها سريعة الجفاف ولا تنقطع بالشد.

وتصنع من خيوط النايلون أنواع من الأقمشة والسجاد والبطاطين، وفرش الأسنان وفرش الشعر، كما يصنع منها نسج خاص لإطارات السيارات «التيلة» وبعض الخيوط الجراحية، ومضارب التنس، وكذلك الجوارب وبعض الملابس للبيدات.

ألياف صناعية أخرى

هناك كثير من الألياف الصناعية التى ظهرت مؤخرا فى الأسواق، واستخدمت فى صنع الملابس وفى غيرها من الأغراض، منها على سبيل المثال:

الداكرون، Dacron

اكتشف الداكرون فى إنجلترا، وتصنع خيوطه من مجموعة من لدائن البولى استر، ثم انتشرت صناعته بعد ذلك فى أوروبا وفى الولايات المتحدة،

وأنتجت منه مادة تشبه الصوف صنعت منها بدل الرجال. ويتميز صوف الداكرون عن الصوف الطبيعي فى عدم حاجته إلى الكي، بالإضافة إلى أنه يقاوم البلل، ومع ذلك يمكن غسله وتركه ليجف وحده، حيث تتساقط منه قطرات المياه؛ لأنها لا تملك بأنسجته، وسميت هذه الظاهرة باسم «Drip Dry». وقد استخدم الداكرون كذلك لصنع أغطية كثير من المفروشات وأنواع من الستائر وغيرها.

الأكريلان، Acrylan

تخضر الياف الأكريلان من مشتقات حمض الأكريليك مثل مركب «أكريلونتريل» وتتميز خيوطه التى تشبه الصوف فى المحافظة على دفء الجسم، وهو قد يستعمل وحده أو مع غيره من الخيوط الصناعية أو الطبيعية فى صنع كثير من الأشياء مثل المعاطف والبطاطين وبعض أنواع المفروشات.

الأورلون

يشبه الأكريلان فى خواصه، واستعمل بديلاً للصوف وهو أخف من الأكريلان ولكنه لا يحتاج إلى كي، وقد استخدم فى صنع البدل والمعاطف وغيرها.

ألياف الزجاج

جميع الألياف التى سبق ذكرها تم تصنيعها من بوليمرات عضوية تعتمد فى تركيبها على ذرات الكربون، أما الألياف الزجاجية فهى ألياف غير عضوية وتعتمد فى تركيبها على ذرات السليكون.

عرف منذ زمن بعيد أن الزجاج المنصهر يمكن سحبه إلى ألياف أو خيوط رفيعة، ولكن هذه الخيوط لم يكن من الممكن استخدامها فى آلات النسيج، فقد كان ذلك يحتاج إلى الحصول على خيوط زجاجية يقل قطر كل منها عن مائة جزء من المليمتر، حتى يمكن ثنيها ولفها على بكر، لأن الخيوط الزجاجية الأكثر سمكا من ذلك تكون قصفة ولا تصلح لهذا الغرض.

وقد أمكن لأول مرة سحب الزجاج إلى خيوط رفيعة جدا عام ١٩٣١، وكان قطر هذه الخيوط لا يزيد عن ٠,٠٠٦ من المليمتر. وقد تم إجراء ذلك بدفع مصهور الزجاج خلال مغزل من البلاتين به ثقوب دقيقة، ثم سحب هذه الخيوط بسرعة كبيرة في تيار من البخار لتبريدها نسيجا حتى تتجمد وتحول إلى خيوط مستقلة يمكن لف كل منها على بكرة كخيوط متصل.

وهذه الخيوط الزجاجية شديدة المتانة، فقوة شدتها تزيد كثيرا على قوة شد خيوط النايلون، إذ تصل قوة شدتها إلى نحو ١٥٠ كيلوجرام للمليمتر المربع، بينما تصل قوة شد خيوط النايلون إلى نحو ٥٠ كيلو جرام للمليمتر المربع فقط.

وقد استخدمت هذه الألياف أو الخيوط الزجاجية في كثير من الأغراض وكان لها مجالات واسعة للاستعمال لأنها غير قابلة للاشتعال وتقاوم الأحماض ولها القدرة على عزل الصوت والحرارة مثل الزجاج نفسه، كما أنها لا توصل الكهرباء، ولهذا استخدمت هذه الخيوط في صنع الملابس المقاومة للحريق، كما صنعت منها خراطيم المياه وأنابيب نقل الأحماض، بالإضافة إلى استخدامها في عزل الصوت والكهرباء وفي تغليف أنابيب البخار في المصانع، وفي عزل أجهزة التبريد وفي ترشيح المواد الأكلة في المعامل الكيميائية وفي غير ذلك من الأغراض التي تكلمنا عنها عند الكتابة عن الزجاج.



الباب السادس

دور الكيمياء فى مجال الغذاء

- الكربوهيدرات

- الدهون

- البروتينات والإنزيمات

- الفيتامينات



تعتمد كل الكائنات الحية في نموها على الغذاء، فهي إن لم تجد ما تأكله ماتت وفقدت حياتها.

وأول من وضع تقسيما للمكونات الرئيسية للطعام هو الكيميائي البريطاني «وليم براوت» William Prout عام ١٨٢٧، فقد قسم الطعام إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي: البروتينات كاللحم والبيض، والدهون مثل المسلى وزيت الطعام، والكربوهدرات مثل السكر والنشادر والسليلوز.

وقد كان للكيمياء دور هام في اكتشاف تركيب هذه المكونات، وأدت الدراسات الكيميائية الحيوية التي أجريت عليها إلى فهم أكثر لطبيعة عمل جسم الإنسان، وإلى طرق أكثر تقدما في تلافى الإصابة بالأمراض والحفاظ على صحة الإنسان.

الكربوهدرات:

تبين بالتحليل الكيميائي أن جزيئات المواد الكربوهدراتية تتكون من ثلاثة عناصر هي الكربون والهيدروجين والأكسجين، وتبلغ نسبة العنصرين الآخرين فيها ١:٢، أي بنسبة وجودهما في الماء، ولهذا سميت بالكربوهدرات «أي هدرات الكربون».

ويقسم الكيميائيون الكربوهدرات إلى سكريات أحادية مثل الجلوكوز والفركتوز وتتكون جزيئاتها من ست ذرات من الكربون (C6 H12 O6)، وإلى سكريات ثنائية مثل اللاكتوز والمالتوز والسكروز، ثم إلى عديدة السكريات التي تتكرر في جزيئاتها وحدات من السكريات الأحادية، ومن أمثلتها النشاط والسليلوز الذي قد يصل وزنه الجزيئي إلى أكثر من ٨٠٠,٠٠٠.

ويعتبر الجلوكوز من أهم هذه المركبات، وهو يتكون في عملية التخليق الضوئي في النباتات، ويعد من أهم مصادر الطاقة في جسم الإنسان. وتوجد هذه المواد الكربوهدراتية في خلايا النباتات، فيوجد سكر الجلوكوز في العنب وسكر الفركتوز في كثير من الفاكهة، وسكر اللاكتوز في اللبن، وسكر المالتوز في الشعير، وسكر السكروز في القصب، على حين ينتشر النشا في بروتوبلازم الخلية على هيئة حبيبات ويوجد السليلوز في جدران هذه الخلايا وهو المسئول عن تكوين هياكل النباتات.

وهناك نوع من النشا الحيوانى يعرف باسم الجليكوجين، وهو يتكون عندما يستقبل الجسم كميات زائدة من السكر، ويخزن عادة فى الكبد وفى العضلات. وقد تتحد الكربوهيدرات مع بعض مكونات الخلايا الأخرى، فيتحد سكر الرايوز مع الفوسفور وبعض القواعد العضوية ليكون الحمض النووى «رنا» «RNA»، كما يتحد سكر ديزوكسى رايوز بنفس هذه المواد لتكون الحمض النووى «دنا» «DNA» وهى الأحماض النووية المسئولة عن نقل الصفات الوراثية فى الكائن الحى.

ويحصل سكان العالم على نحو ٧٠ ٪ من الطاقة اللازمة لأجسامهم وعملياتهم الحيوية من الكربوهيدرات، وهى تتوافر فى كثير من النباتات مثل القمح والأرز والذرة والبطاطس والبنجر والقمص وغيرها.

الدهون:

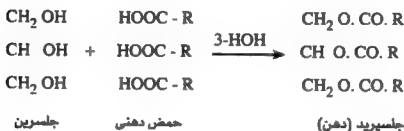
تعرف الدهون كذلك باسم «الليبيدات» «Lipids» وهى كلمة مشتقة من اللفظ «Lipos» ومعناها الدهن.

وقد تبين بالتحليل الكيميائى أن الدهون عبارة عن إسترات من بعض الأحماض الدهنية مع الجليسرين وتعرف باسم الجليسيريدات، وقد تكون هذه الأحماض مشبعة أو غير مشبعة، ويغلب أن تتكون الدهون التى نأكلها من سلاسل من الكربون تحتوى على أربع ذرات منها أو على عشرين ذرة على الأكثر. وعادة ما تكون الجليسيريدات الناتجة من اتحاد أحماض دهنية غير مشبعة أو بها عدد قليل من ذرات الكربون، على هيئة زيوت فى درجات الحرارة العادية. وبصفة عامة يغلب أن تكون الدهون الحيوانية مشبعة لذلك فهى أصعب فى الهضم من الزيوت النباتية.

ولا تذوب الدهون عادة فى الماء، ولكنها تنتشر فى بروتوبلازم الخلايا على هيئة قطرات صغيرة جدا، وقد يذوب بعضها فى سوائل الخلية عند اتحادها بجزيئات أخرى تربطها بالماء. والدهون تحمل كذلك بعض الفيتامينات التى تذوب فيها، وهى تسهل امتصاصها فى الجسم.

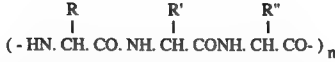
وتعتبر الدهون مصدرا هاما من مصادر الطاقة في الجسم أكثر من الكربوهيدرات والبروتينات، فالجرام الواحد منها يعطى عند احتراقه تسعة سعرات، على حين أن الجرام الواحد من الكربوهيدرات أو البروتينات يعطى أربعة سعرات فقط، ولكن الكربوهيدرات أسهل منها في الاحتراق. ومن أمثلة الدهون النباتية زيت الزيتون وزيت بذرة القطن وزيت الذرة وزيت عباد الشمس وزيت فول الصويا، أما الدهون الحيوانية فمن أمثلتها المسلى وزيت السمك.

وهناك بعض اللبيدات المركبة وهى دهون تتحد بغيرها من المواد مثل الفوسفوليبيدات التى تحتوى فى تركيبها على الفوسفور والتروجين وهى توجد فى أنسجة الخلايا العصبية. وهناك أيضا اللايسوبروتينات وهى دهون متحدة بالبروتينات، وتوجد فى نوى الخلايا وفى بعض جدرانها. كذلك تعتبر الستيرويدات من اللبيدات المركبة، وهى تنتج فى الكبد وتقوم بوظائف خاصة فى الجسم، وبعضها مثل الستيرولات يعمل كهرمونات تنظم مختلف أنواع الأنشطة فى الجسم.



البروتينات والإنزيمات

تبين بالتحليل الكيميائى أن البروتينات جزيئات كيميائية عملاقة تتكون جزيئاتها بانحاد مجموعة من الأحماض الأمينية معا بحيث تتحد مجموعة الامين المحتوية على التروجين فى أحدها بمجموعة الكربوكسيل فى الحمض الآخر، وهكذا تكرر مجموعة الببتيد (NHCO -) على طول سلسلة البروتين. وتشابه كل البروتينات فى هذه السلسلة الرئيسية التى تتكرر فيها رباطات الببتيد، ولكنها تختلف فى طبيعة المجموعة الجانبية المتصلة بهذه السلسلة.



تتكرر السلسلة الرئيسية في كل البروتينات ولكنها تختلف بعضها عن بعض

في طبيعة المجموعات الجانبية المتصلة بهذه السلسلة.

ولا تشابه البروتينات بعضها مع بعض، فعدد الأحماض الأمينية التي تشترك في تكوينها يبلغ عشرين حمضا أمينيا، والاحتمالات التي تترتب بها وحدات هذه الأحماض على طول السلسلة احتمالات تصل إلى الملايين، ولهذا فإن الاختلاف بين بروتين وآخر ينحصر في أمرين: نوع الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، وترتيب هذه الأحماض على طول السلسلة، وهو ما يعرف باسم «التركيب الأولي».

ويحدد كذلك نشاط البروتين في الخلية بالوضع الفراغي لهذه السلاسل، فهي قد تنشئ على نفسها في أوضاع خاصة بحيث لا يبقى منها مكشوفاً إلى الخارج إلا مجموعات بعينها هي التي تقوم بالعمل فقط، ويرجع التواء السلسلة إلى وجود رباط هيدروجيني بين ذرات النتروجين والأكسجين في مجموعات الببتيد المختلفة. ويعرف هذا «بالتركيب الثانوي».

والبروتينات قد تكون بسيطة، أي تتربك من أحماض أمينية فقط، وقد تكون بروتينات مركبة، وذلك عندما تتصل بها مجموعات أخرى مثل الكربوهيدرات أو الدهون أو أحماض الفوسفور، وتقوم كل خلية بتصنيع البروتينات الخاصة بها، فبروتينات خلايا الكلى مثلاً تختلف عن بروتينات خلايا العضلات لأن لكل منها وظيفة تختلف عن الأخرى.

وكانت أولى البروتينات التي عرفت هي البروتينات التركيبية مثل «الكيراتين» الذي يوجد في الأظافر وفي مخالب الحيوانات وفي ريش الطيور، وكذلك «الكولاجين» الذي يوجد في أوتار العضلات وفي الأنسجة الضامة وغيرها، كذلك تكون البروتينات جزءاً من الهيموجلوبين الذي ينقل الأكسجين إلى خلايا الجسم وكذلك «الإنسولين» الذي ينظم السكر في الجسم وبعض الإنزيمات التي تهضم الطعام.

والإنزيمات جزيئات بروتينية تعمل في الجسم مثل عوامل الحفز، فهي تساعد على إجراء التفاعلات دون أن تدخل فيها. وأول ما فصل من هذه الإنزيمات إنزيم «الدياستاز» ثم بعد ذلك فصل إنزيم «الببسين» من جدار المعدة، ثم إنزيم «اليوريا».

ويحدد تسابع الأحماض الأمينية في جزيء الإنزيم، وكذلك الطريقة التي تنتج بها سلسلة، وظيفة هذا الإنزيم، فلكل إنزيم تصنعه الخلية وظيفة بعينها لا يعيد عنها ولا يتدخل في عمل غيره من الإنزيمات، والاختلاف في المحتوى الإنزيمي بين الخلايا هو السبب الحقيقي في أن بعض الخلايا تصبح خلايا عضلية وبعضها الآخر عصبية أو خلايا للكبد أو غير ذلك. وهو أيضا السبب في أن تنمو بويضة مخبئة لتعطي حصانا، على حين تنمو بويضة أخرى لتعطي كائنا بحريا، لاختلاف ما بكل منها من إنزيمات، واختلاف التفاعلات التي تحفزها هذه الإنزيمات.

وقد بينت الدراسات أن نقص الكربوهيدرات والدهون في الجسم يؤدي إلى أكسدة جزيئات البروتينات للحصول على الطاقة، وبصفة عامة يحتاج الأطفال إلى كمية أكبر من البروتينات في أثناء نموهم، وتحتاج إليها السيدات في أثناء فترة الحمل.

الفيتامينات:

كان من المعتقد أن الطعام إذا احتوى على الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وبعض الأملاح والماء، يعتبر غذاءً كافياً للاحتفاظ بصحة الإنسان ولبناء أنسجة جسمه المختلفة، ولكن تبين عام ١٩٠٩ أن الغذاء لابد أن يحتوى على عناصر أخرى هامة سميت باسم الفيتامينات وعرف فيما بعد أنها هي التي تحفز كثيرا من التفاعلات الكيميائية التي تدور في خلايا الجسم.

والفيتامينات مواد كيميائية ساعدت الكيمياء على اكتشاف تركيبها، وعلى تصنيع بعض منها في المعامل، ولكن ذلك لم يحدث إلا مؤخرا، فقد كانت هذه المواد مجهولة التركيب مدة طويلة من الزمان.

ويتسبب نقص الفيتامينات في الجسم في إصابة الإنسان بكثير من الأمراض مثل البلاجرا، والإسقربوط، والعشى الليلي، والكساح، كما أن هذا النقص يؤدي إلى تعرض الجسم للعدوى بالأمراض.

وقد عرف الناس هذه الظاهرة عندما لاحظوا منذ زمن بعيد أن عدم تناول الخضر الطازجة والفواكه، كما يحدث في أثناء الرحلات الطويلة للسفن، يتسبب في إصابة بحارة هذه السفن بمرض أطلقوا عليه اسم «الإسقربوط»، وأنه لا يمكن الشفاء من هذا المرض إلا بتناول الخضر والفاكهة المحتوية على الفيتامينات.

ويعتبر الطبيب الهولندي «كريستيان أيكمان» Christian Eikman من رواد دراسة الفيتامينات، وكان يعمل في إندونيسيا عام ١٨٩٧ ولاحظ أن من يعتمدون في غذائهم على الأرز الذي نزعته قشرته يصابون بمرض يهاجم الجهاز العصبي عرف باسم «البري بري»، وأنه يمكن الشفاء من هذا المرض بأكل الأرز دون نزع قشرته.

وفي عام ١٩١٢ أطلق الكيميائي البولندي «كازيمير فونك» اسم الفيتامينات على هذه المواد الكيميائية الهامة التي لا بد من توافرها في الغذاء لضمان صحة الإنسان، ومعنى هذا الاسم الأمانات الحيوية، وإن كان قد تبين فيما بعد أن بعضها لا يمت للأمانات بصلة، ولكن هذا الاسم ما زال مستعملاً للدلالة عليها حتى الآن.

ونظراً لعدم معرفة علماء الكيمياء بتركيب هذه المواد فيما مضى، فقد أطلقوا عليها أسماء مشتقة من الحروف الأبجدية، مثل فيتامين أ، وفيتامين ب، ولكن يفضل اليوم، بعد أن عرف التركيب الكيميائي لهذه المواد، إطلاق أسمائها الكيميائية عليها.

ولا يحتاج الجسم إلى قدر كبير من هذه الفيتامينات، ولكنه يحتاج إلى قدر ضئيل جداً منها للحفاظ على صحة الإنسان. ويتصور كثير من الناس خطأ أن استخدام كميات أكبر من الفيتامينات سوف يساعد على تحسين صحتهم وزيادة نشاطهم، ولكن هذا غير حقيقي، بل قد تكون له بعض الآثار الضارة على صحتهم.

وقد حددت «أكاديمية العلوم الأهلية الأمريكية» U.S. National Academy of Science الكميات اللازم توافرها من الفيتامينات يوميا في طعام الإنسان، واستخدمت في تحديد هذه الكميات أوزان صغيرة مثل المليجرام (جزء من ألف جزء من الجرام) والميكروجرام (جزء من مليون جزء من الجرام) والوحدات الدولية وهي تساوى واحدا على أربعين من الميكروجرام.

فيتامين أ، Vitamin A

يتكون جزئ فيتامين أ من عشرين ذرة من ذرات الكربون، وهو هام لصحة خلايا الجلد، ويؤدي نقصه في الجسم إلى نقص في الحيوية وإلى الإصابة بالعشى الليلي، وهو عدم الرؤية الجيدة في الضوء الخافت، ويعتبر مرضا خطيرا بالنسبة لمن يقودون سياراتهم ليلا.

وفيتامين أ لا يذوب في الماء ولكنه يخزن في الدهن، وأهم مصادره زيت كبد الحوت والزبد واللبن. ولا تحتوى النباتات على فيتامين أ، ولذلك تخلو منه الخضار والفاكهة، ولكن بعض هذه النباتات تحتوى على مركبات الكاروتين التي تتحول في كبد الإنسان إلى فيتامين أ، مثل الجزر والسبانخ والطماطم والخوخ والموز والكتالوب.

والقدر اللازم من فيتامين أ يوميا لصحة الإنسان لا يزيد على ٥٠٠٠ وحدة دولية، وعند تعاطى كميات كبيرة منه تحدث للإنسان بعض الأعراض المرضية مثل الصداع والشعور بالغثاس والإصابة بالحساسية وتضخم الكبد والطحال، وقد يؤدي ذلك في بعض الحالات إلى سقوط الشعر والإحساس ببعض الآلام الروماتيزمية.

فيتامين ب المركب، Vitamin B Complex

فيتامين ب المركب عبارة عن مجموعة من المواد سهلة الذوبان في الماء، ورغم عدم تشابهها في التركيب الكيميائي إلا أنها تقوم بنفس العمل في الجسم تقريبا، وهي غالبا ما توجد معا في الغذاء، وهي الثيامين (ب١)، ورايوفلافين (ب٢)، ونياسين (حمض نيكوتينك)، وبايريدوكسين (ب٦)، وحمض بانتوثنيك، وبيوتين، وحمض فوليك، وسيانوكوبالامين (ب١٢).

الثيامين، ثيامين ب (Thiamine)

يخزن الثيامين في الكبد والقلب وهو هام بالنسبة لعمليات الهضم والنمو السليم، كما يساعد على سلامة أنسجة الأعصاب. وتسبب غيابه في الإصابة بمرض البرى برى، ومن أعراضه الشعور بالإرهاق وفقدان الشهية واختلال عمليات الهضم والهزال وقد ينتهى الأمر بالشلل والوفاة. ويصاب بمرض البرى برى من يعتمدون فى غذائهم على الأرز المقشور مثل بعض سكان الشرق الأقصى. وتعتبر قشور الأرز وردة القمح من المصادر الغنية بالثيامين، كما يوجد فى الفول السودانى والبسلة والفاصوليا. والكمية اللازمة منه ١,٢ مليجرام فى اليوم.

الرايبوفلافين (ب) (Riboflavin)

يكون هذا الفيتامين جزءا هاما من أحد الإنزيمات التى تساعد على تنفس الخلايا. ويختزل الرايبوفلافين فى الكبد وفى الكلى ويتسبب النقص فيه فى ضعف نمو الأطفال وتشقق الجلد وإصابته ببعض الأمراض الجلدية، كما يتسبب فى تورم اللسان وضعف نمو الأطفال وأحيانا يؤدى إلى ازدواج الرؤية. والكمية اللازمة يوميا لصحة الإنسان ١,٧ مليجرام.

النياسين (Niacin)

يعرف كذلك باسم حمض نكوتينك، ويدخل فى تكوين النظام الخاص بنقل الهيدروجين فى الخلايا، ويؤدى النقص فيه إلى الإصابة بمرض البلاجرا وهو مرض يصيب من يعيشون على الأرز المبيض والدقيق الأبيض الخالى من الردة، ومن أعراض هذا المرض الهزال واحمرار الوجه والإصابة بالإسهال، وقد يؤدى التأخر فى علاج المريض إلى إصابته بالجنون ثم الوفاة. ويوجد النياسين فى الكبد والخميرة واللبن والبيض وفى بعض البقول، وتحتوى الأسماك على مادة التربتوفان التى تتحول إلى النياسين فى الجسم. والكمية اللازمة لصحة الإنسان ٥ مليجرامات، ويحتاج من يعملون عملا يدويا إلى نحو ١٩ مليجراما فى اليوم.

البايرويدوكسين (ب6) Pyridoxine

هذا الفيتامين هام لصحة الجلد وسلامة النشاط العصبي وكذلك لعمليات تكوين البروتينات في الجسم . وهو يوجد مع غيره من أفراد مجموعة فيتامين ب المركب في الخميرة وفي الكبد والبيض وغيرها من الاغذية . والكمية اللازمة منه لصحة الإنسان نحو ٢ مليجرام في اليوم .

حمض البانتوثنيك Pantothenic Acid

يعد حمض البانتوثنيك جزءا من «مساعد الإنزيم أ» الذي يدخل في كثير من التفاعلات الكيميائية في الجسم ، ولذلك فهو يوجد في كل الانسجة الحية وأطلق عليه اسم بانتوثنيك ؛ لأن كلمة بانتوثين «Pantoben» في اللغة الإغريقية تعنى من كل مكان وهو يوجد في الخميرة والبيض واللحوم والكبد وفي العسل الأسود وفي الفاكهة ، كما أنه يصنع في الأمعاء بواسطة البكتريا ولهذا يندر أن يصاب الإنسان بنقص في هذا الفيتامين .

ويؤدى النقص في حمض البانتوثنيك إلى الإحساس بالصداع والشعور بالغثيان ونقص النمو عند الأطفال ، ولا تزيد الكمية المطلوبة للجسم يوميا عن ١٠ مليجرامات .

البيوتين Biotin

يندر أن يشعر الإنسان بنقص في هذا الفيتامين ؛ لأن الجسم لا يحتاج إلا إلى قدر ضئيل جدا منه ، كما أنه يتكون في الأمعاء بواسطة أنواع من البكتريا ويوجد في كثير من الأطعمة . وقد عرف هذا الفيتامين باسم «فيتامين هـ» فترة من الزمن وقد سمي باسم العامل المضاد لزالال البيض ؛ لأن من يتغذى مدة طويلة على زلال البيض يصاب بالمرض وينقص وزنه ويفقد استقامة جسمه ، ولكن كل هذه الاعراض تزول عند تناول البيوتين .

حمض الفوليك Folic Acid

اكتشف هذا الفيتامين أول مرة في النباتات ذات الأوراق الخضراء ولذلك اشتق اسمه «فوليوم» «Folium» من اللغة اللاتينية التى تعنى أوراق الشجر . ويوجد حمض الفوليك كذلك في الفواكه وفي الكبد وفي الخميرة وعيش الغراب

ويؤدى النقص فيه إلى الإصابة بالأنيميا نتيجة لفشل نخاع العظام فى تكوين كرات الدم الحمراء، ولذلك فهو يعطى للمصابين بالأنيميا وبالحروق أو بالإسراع أو للمصابين بكسور فى العظام، والكمية اللازمة منه يوميا للشخص البالغ نحو ٥٠ ميكروجراما.

سيانوكوبالامين (ب١٢) Cyanocobalamine

يحتوى جزئى هذا الفيتامين على ذرة من الكوبلت فى تركيبه ولهذا سُمى سيانوكوبالامين، وقد تبين أن المصابين بمرض الأنيميا الخبيثة يستردون صحتهم عند تغذيتهم على الكبد، وفى عام ١٩٤٨ تمكن العلماء البريطانيون والأمريكيون من عزل مادة مضافة لهذه الأنيميا، وسميت فيما بعد باسم سيانوكوبالامين أو فيتامين ب ١٢، وقد تبين من هذه التجارب أن ميكروجرام واحد من هذا الفيتامين يمكن أن يعالج المصاب بالأنيميا، ولذلك فإن الكمية المطلوبة للشخص البالغ يوميا لا تزيد على ٣ ميكروجرامات فقط. ويوجد هذا الفيتامين فى الكبد وفى البيض واللبن واللحم، وقد استطاعت كيميائية بريطانية تعيين تركيب هذا الفيتامين وحصلت بذلك على جائزة نوبل عام ١٩٦٤.

فيتامين ج Vitamin C

اكتشف هذا الفيتامين عام ١٩٣٧ ويعرف كذلك باسم حمض الإسكوربيك ويلعب هذا الفيتامين دورا هاما فى سلامة جدران الأوعية الدموية فى الجسم وفى تكوين أنسجة الأسنان والعظام والأنسجة الضامة. وهو يخزن فى الكبد والكلية وكذلك فى بعض الغدد، ويطلق فى الجسم فى أثناء التوتر العصبى الشديد أو عند بذل مجهود عضلى غير عادى. ويؤدى النقص فى هذا الفيتامين إلى الإصابة بمرض الاسقربوط وتورم اللثة والمفاصل وحدوث نزيف تحت الجلد. وتحتوى كثير من الخضراوات على هذا الفيتامين، كما يوجد فى بعض الفاكهة وخاصة الموالح كالليمون والبرتقال. ويشبه فيتامين ج السكر فى تركيبه. وهو يتأثر بالحرارة ويتأكسد سريعا بأكسجين الهواء ولذلك يفضل طهو الأطعمة فى أوعية الضغط بعيدا عن الأكسجين حتى يمكن الاحتفاظ بأغلب ما بها من هذا الفيتامين. والكمية اليومية اللازمة لصحة الإنسان تتراوح بين ٣٠ - ٨٠ مليجراما.

فيتامين د Vitamin D

إن ما نسميه فيتامين د هو في الحقيقة مجموعة من المواد التي لا تذوب في الماء وتذوب في الدهون، وأهمها فيتامين د₂ (أرجوكالسيفيرول) وفيتامين د₃ (كولي كالسيفيرول). وتوجد هذه المجموعة التي تطلق عليها فيتامينات د في الحيوانات فقط. ولكن قد توجد في النباتات مواد يمكن أن تتحول إلى فيتامين د بتأثير أشعة الشمس أو الأشعة فوق البنفسجية وتعرف باسم مشابهات فيتامين د «Provitamins» مثل الإرجوسترون وبعض مشتقات الكولسترول. ويعرف فيتامين د بأنه مضاد لنكساح ويؤدي النقص فيه عند الأطفال إلى لين العظام فهو يؤدي إلى اختلال التوازن بين أيونات الكالسيوم والفوسفور في الجسم، وقد ينتج عن ذلك كبر حجم المفاصل وتغير شكل القفص الصدري والضعف العام وعدم انتظام الأسنان، وأهم مصدر لهذا الفيتامين زيت كبد الحوت، والكمية اللازمة منه يوميا لصحة الجسم نحو ٤٠ وحدة دولية للأطفال وقد تقل عن ذلك بالنسبة للبالغين. ويمكن الحصول على هذا القدر من الفيتامين بتعرض الجسم لأشعة الشمس أو الأشعة فوق البنفسجية لمدة قصيرة فيتحول بعض مشابهات هذا الفيتامين الموجودة تحت الجلد إلى فيتامين د، ولهذا ينذر أن يوجد مرض الكساح في البلاد المشمسة وقد تؤدي الزيادة في هذا الفيتامين إلى سحب الكالسيوم من العظام وزيادة هشته في النده الذي يترسب بعد ذلك في الأنسجة اللينة ويكون الحصى في الكليتين.

فيتامين ك Vitamin K

اكتشف وجوده أبحث هوندي عام ١٩٢٩م حين وجد أن مادة مستخلصة من النباتات الخضراء والخضار تذوب في الدهن ولها القدرة على إيقاف سيرب واطبق عليه اسم فيتامين ك (K) حيث إنها حرف الأول من الكلمة الهولندية Koagulation وهي تعني تكون الجلطة. ويعرف فيتامين ك باسم «باركوبون» وهو مضاد للتزيف ويسبب تجلط الدم. واكتشفت مشاته أنه عام ١٩٤٣ وسمي «فارنوكون» كما ينتج حاليا مركب تخليقي يعرف باسم «ماديون» له نفس فعل هذا الفيتامين. ويوجد فيتامين ك في السبانخ والخضراوات وقشور الأرز وفي زيت الصويا. وينذر أن يتعرض الإنسان لنقص هذا الفيتامين لأنه يتكون في الأمعاء بواسطة نوع من البكتيريا، ولكن هذه البكتيريا لا توجد عند الأطفال وقد يتعرض بعضهم لنوع من التزيف ولذلك قد يحتاج الأمر إلى إعطائهم جرعة صغيرة من هذا الفيتامين.

فيتامين E E

عبارة عن مجموعة من المركبات من مجموعة «التوكوفرول»
«Tocopherols» وهو مضاد للتعقم، ويندر أن يوجد نقص في هذا الفيتامين عند
الإنسان، حيث إن الكمية اللازمة منه لصحة الإنسان لا تزيد على ٣٠ وحدة دولية
يومية ويمكن الحصول عليها من كثير من مواد الطعام.

وقد لعبت الكيمياء دورا هاما في استخلاص الفيتامينات من مصادرها
الطبيعية، كما استطاعت أن تعين التركيب الكيميائي لكل منها، ومن الملاحظ أن
التركيب الكيميائي لهذه الفيتامينات يختلف من حالة إلى أخرى فبعضها يتكون
من الكربون والهيدروجين فقط، وبعضها الآخر قد يحتوى على عنصر التروجين،
كذلك منها ما هو كحول أو حمض، ومنها ما يتمى إلى مجموعة الستيرويدات
مثل فيتامين د ولهذا فإن وظائفها تختلف في جسم الكائن الحي. وقد تمكن علماء
الكيمياء من تخليق بعض هذه الفيتامينات في المعامل مثل فيتامين د وفيتامين ج
وفيتامين ك وأمكن بذلك إنتاجها في شركات الأدوية بكميات كبيرة تسمح بسد
حاجة الإنسان المتزايدة إليها.



الباب السابع

دور الكيمياء فى مجال الزراعة

المخصبات

- المبيدات

- الأضرار الناشئة عن استخدام المخصبات والمبيدات



يتزايد الطلب على الغذاء اليوم في كل مكان نتيجة للزيادة الهائلة في أعداد سكان الكرة الأرضية. وتعتبر التربة الصالحة للزراعة مصدرا هاما من مصادر إنتاج الغذاء. وأى نقص في مساحة هذه التربة الزراعية، أو أى نقص في قدرتها على إنتاج المحاصيل الاقتصادية، يمثل خطرا كبيرا على الدولة؛ لأن ذلك سيجعلها أكثر اعتمادا على غيرها في تدير احتياجاتها من الغذاء، وقد يفقدها كثيرا من حريتها واستقلالها، ولا شك أنه في العصر القادم ستكون الدولة القوية هى الدولة التى تستطيع أن تنتج غذاءها بنفسها.

ونظرا لأن التربة الزراعية الصالحة لزراعة المحاصيل، على مستوى العالم، محدودة إلى حد ما، فقد لجأ المزارعون إلى استخدام أنواع متعددة من المخصبات الزراعية، وهى مواد كيميائية تضاف إلى التربة لرفع محتوياتها من النتروجين والفوسفور وغيرها، أى لزيادة خصوبتها ولزيادة إنتاجها من الغذاء.

كذلك لاحظ المزارعون أن الآفات تستهلك قدرا كبيرا من المحاصيل الزراعية الاقتصادية التى يزرعونها، فلجأوا كذلك إلى استخدام عشرات من أنواع المواد الكيميائية الأخرى للقضاء على هذه الآفات.

وقد لعبت الكيمياء دورا رئيسيا فى هذا المجال، فقد ابتكر علماء الكيمياء أصنافا متعددة من المخصبات، كما قاموا بتحضير أصناف أخرى من المركبات التى تساعد على وقاية المحاصيل من الآفات والحشرات والأعشاب الضارة، بالإضافة إلى بعض المواد الأخرى التى تساعد على سرعة نضج النباتات ونموها، ومواد أخرى لحماية الثروة الحيوانية وغيرها.

وهناك عشرات الألوف من هذه المواد الكيميائية التى أنتجتها معامل البحوث فى الجامعات والشركات وغيرها ولكن عددا قليلا منها نسبيا هو الذى استخدم فى إخصاب التربة ومكافحة الآفات والحشرات.

المخصبات الزراعية:

تعتمد النباتات فى حياتها على ما تمتصه من أملاح من التربة الزراعية، فإذا لم تتوافر بعض هذه الأملاح أو العناصر بالتربة فإن النبات قد يذبل ويموت، أو قد يقل محصوله عن المعتاد وتتغير بعض صفاته الأساسية.

وتحتاج أغلب النباتات إلى نحو ٣٠ عنصرا كيميائيا على أقل تقدير، وأهمها عناصر التروجين والفوسفور والأكسجين والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم وغيرها، كما أنها قد تحتاج إلى كميات ضئيلة جدا من بعض العناصر الأخرى مثل المنجنيز والنحاس والبورون.

وغالبا ما يستفد ما بالتربة من عناصر التروجين والفوسفور والبوتاسيوم بسبب زراعة الأرض لسنوات متوالية، فالقمح مثلا يحتاج الفدان منه إلى نحو ثمانية كيلوجرامات من التروجين، وإلى نحو كيلوجرام من الفوسفور ونحو ١, ٤ من الكيلوجرامات من البوتاسيوم، وقد تحتاج الذرة إلى أكثر من ذلك من كل من هذه العناصر الثلاثة، ولذلك يستلزم الأمر تعويض مثل هذه العناصر مرة أخرى بإضافتها إلى التربة.

وقد ظهرت قيمة المخصبات الزراعية لأول مرة عام ١٨٤٠، عندما نادى الكيميائي الألماني «ليبيج» بأن النبات يستطيع أن يصنع غذاءه من ثاني أكسيد الكربون والماء، ولكن يجب إضافة أملاح الفوسفور والبوتاسيوم والتروجين إلى التربة التي ينمو بها هذا النبات.

أملاح التترات:

كانت تترات الصودا الموجودة طبيعيا بشيلي هي المصدر الأساسي للتترات قبل الحرب العالمية الأولى. وعندما بدأ الألمان الاستعداد لهذه الحرب، كان لابد من الاستغناء عن هذا المورد وتصنيع التترات محليا.

وكانت أولى محاولات تصنيع التترات عن طريق النشادر التي حضرها «فريتز هابر» (١٨٦٨ - ١٩٣٤) بتفاعل نتروجين الهواء مع الهيدروجين الناتج من تحليل الماء كهربيا، وذلك عند درجة حرارة عالية وضغط مرتفع. وقد نجحت هذه الطريقة في تحضير النشادر التي أعطت عند امتصاصها في حمض الكبريتيك كبريتات النشادر التي حلت محل تترات شيلي مدة من الوقت.

وقد تمكن بعد ذلك الكيميائي الألماني «ويلهلم أمتوالد» من تحويل النشادر إلى حمض نتريك، وذلك بخلطها بالهواء وإمرار الخليط على شبكة من البلاتين الساخن لدرجة حرارة عالية، ثم امتصاص أكاسيد التروجين الناتجة في الماء.

وهكذا أمكن للإنسان التحرر من قيود الطبيعة وأنتج من النشادر كثيرا من
المخصبات الزراعية المحتوية على النتروجين مثل كبريتات الأمونيوم (٢١٪
نتروجين)، ونترات الجير (٢٠٪ نتروجين)، نترات الأمونيوم (٣٥٪ نتروجين)،
والنتروجير (١٤ - ٢٠٪ نتروجين) وكذلك اليوريا (٤٦٪ نتروجين).

المخصبات الفوسفورية:

كان مسحوق العظام وبعض السماد العضوى يعتبر فيما مضى مصدرا رئيسيا
للفوسفور، ولكن هذا الخليط لم يكن كافيا لتعويض النقص فى الفوسفور فى
التربة الزراعية، ولهذا بدأ البحث عن بعض المصادر الطبيعية التى توجد بها أملاح
الفوسفات. وقد وجدت بعد ذلك بعض مناجم الفوسفات فى ألمانيا وفرنسا
والولايات المتحدة فى أول الأمر، ثم وجدت بعد ذلك فى شمال إفريقيا وفى
جمهورية مصر العربية وغيرها.

وتستخدم فوسفات الكالسيوم الطبيعية فى صنع أسمدة أخرى بها نسبة أكبر
من الفوسفور مثل السوبر فوسفات الناتجة من معاملة الفوسفات بحمض الكبريتيك
أو السوبر فوسفات الثلاثية الناتجة عن معاملة فوسفات الكالسيوم بحمض
الفوسفوريك، وذلك لأن فوسفات الكالسيوم لا تذوب فى الماء، على حين أن
السوبر فوسفات سهلة الذوبان فى الماء ويستطيع النبات أن يمتصها بسهولة من
التربة الزراعية.

أملاح البوتاسيوم:

أملاح البوتاسيوم من العناصر الهامة واللازمة لنمو النباتات، ولذلك يجب
تعويض ما يفقد منها من التربة بإضافة بعض أملاح البوتاسيوم إليها. وأهم مصادر
أملاح البوتاسيوم توجد طبيعيا فى منطقة «سناسفورت» بألمانيا، كما تم اكتشاف
مصادر أخرى للبوتاسيوم عام ١٩٣٠ فى كاليفورنيا بالولايات المتحدة وفى تكساس
ونيو مكسيكو. وعادة ما تخلط أملاح البوتاسيوم مع بعض المخصبات الأخرى.

مخصبات مستخلصة:

يمكن استعمال بعض الأملاح مثل نترات البوتاسيوم فى إخصاب التربة
الزراعية، وهى تحتوى على كل من النتروجين والبوتاسيوم. وفى كثير من الأحيان

يتم خلط أملاح البوتاسيوم بأملاح التترات وأملاح الفوسفور، وبذلك يمكن استخدام خليط واحد فقط لإخصاب التربة الزراعية. كذلك قد يضاف إلى المخصبات بعض العناصر النادرة التي قد يحتاجها النبات والتي لا تتوافر في التربة في بعض الأحيان، مثل الزنك والنتروجين والنحاس واليورون والمولبدنيوم. كذلك استعملت مخاليط أخرى من الفوسفور والصوديوم والتروجين والبوتاسيوم والكالسيوم على هيئة أملاح ذائبة في الماء ترش بها بعض أوراق النباتات التي تقتصها بعد ذلك لتستخدمها في عملياتها الحيوية.

المبيدات:

تعرض المحاصيل الاقتصادية وأشجار الفاكهة لهجمات حشود هائلة من الحشرات التي تغذى على النباتات، وتكلف الإنسان مبالغ طائلة تقدر بملايين الجنيهات، نظير ما يفقد من الفاكهة ومن هذه المحاصيل.

وتتعدد أنواع الحشرات التي تهاجم النباتات، فمنها ما يتخصص في مهاجمة نوع واحد من المحاصيل، ومنها ما يعيش على أكثر من محصول، كذلك منها ما يأكل أوراق النباتات، ومنها ما يهاجم السيقان والجذور، ومنها أيضا ما يدمر الثمار، ولا تقف هجمات الحشرات على المحاصيل في الحقول فقط، ولكنها تهاجم هذه المحاصيل في الصوامع أيضا عند تخزينها.

ومن الحشرات كذلك ما يهاجم الأبقار والأغنام، فتؤثر بذلك على الثروة الحيوانية في البلاد، ومنها ما ينقل الجراثيم والأمراض للماشية وللإنسان، مثل الملاريا، والحمى الصفراء، والتيفوس وغير ذلك.

والحشرات لها مقدرة كبيرة على التكيف والتهيش لمختلف الظروف المحيطة بها، فعندما يستعمل الإنسان ميّدا معينا ضد هذه الحشرات، نجد أنه بمرور الأجيال المتعاقبة من هذه الحشرات، تنشأ منها أجيال وقد اكتسبت مناعة متزايدة ضد هذا المبيد، وقد تنشأ منها جيل لا يتأثر بهذا المبيد على الإطلاق.

ولهذا السبب فإن عمل الكيميائيين الذين يحضرون مثل هذه المبيدات يصبح عسيرا، فإن عليهم دائما أن يعملوا ضد هذه المناعة الطبيعية للحشرات، وأن يتكروا أنواعا جديدة من المبيدات لا تتأقلم عليها أجيال الحشرات المتعاقبة، ولهذا فإن المعركة بين الإنسان والحشرات معركة مستمرة ومتصلة الحلقات.

المبيدات الطبيعية:

لجأ الإنسان فى أول الأمر إلى استخدام بعض المبيدات التى أمدته بها الطبيعة على هيئة أملاح ومركبات طبيعية، فاستعمل الكبريت، ثم خليط من الكبريت والجير، وبعض أملاح النحاس مثل كبريتات النحاس وأوكسى كلوريد النحاس، وبعض أملاح الفلور مثل فلوريد الصوديوم والكرايوليت، ثم استخدم بعض أملاح الزرنيخ مثل زرنيخات الكالسيوم والرصاص، وكذلك أخضر باريس، ولكن هذه الأملاح الأخيرة كانت تمثل خطراً على الإنسان والحيوان.

كذلك استخدم الإنسان بعض المبيدات النباتية التى يحضرها النبات مثل كبريتات النيكوتين التى تحضر من مخلفات أوراق الدخان وصناعة السجائر، ومنها خلاصة البيريثروم الذى تزرع زهوره فى أواسط أفريقيا وفى البرازيل واليابان، كما استخدم بعض الخلاصات النباتية مثل الروتينون.

وقد استخدم الإنسان أيضاً بعض منتجات البترول وقطران الفحم على هيئة مستحلبات فى مكافحة الآفات ومقاومة الحشرات، ولكن كل هذه المواد لم تكن كافية للقضاء على الحشرات، ولهذا لجأ الإنسان إلى ابتكار مواد جديدة فى المعامل يمكن أن تسهم بصورة أفضل فى مكافحة هذه الآفات.

المبيدات الكيميائية:

بدأ الإنسان فى استخدام المبيدات الكيميائية المخلفة فى المعامل منذ عهد قريب وذلك عندما تقدمت علوم الكيمياء. وقد تم تحضير أول هذه المركبات عام ١٩٣٠، وهو مركب «ساليلايليد» الذى عرف باسم «شيرلان»، ثم حضرت بعد ذلك عدة مشتقات من مركبات ثيوسيانات الألكيل مثل «الليثان»، وهذه المركبات الأخيرة لها القدرة على اختراق «الكيتين» الذى يغلف جسم الحشرة، ولكن توقفت البحوث الخاصة بهذه المواد عندما ظهر مبيد الحشرات المشهور باسم «د.د.ت» D.D.T.

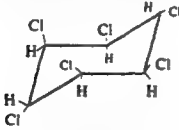
مركبات الهالوجين:

حضر «د.د.ت» لأول مرة عام ١٨٧٤ بواسطة كيميائى ألماني يدعى «زايدلر» Zeidler، ولكن خواصه المبيدة للحشرات لم تكتشف إلا عام ١٩٣٩ على يد كيميائى آخر يدعى «مولر» Muller فى معامل شركة «جايجى»

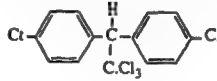
بوسيرسا. وقد استعمل «د.د.ت» كمبيد للحشرات عام ١٩٤٢ وأنتجت منه كميات هائلة فى أثناء الحرب العالمية الثانية، واستخدم لمنع انتشار التيفوس فى نابولي بإيطاليا ولمكافحة الملاريا فى الهند.

وقد حضرت بعد ذلك مركبات مشابهة لمركب «د.د.ت» فى تركيبها، ومن أمثلتها مركب «ميوكسى كلور» ومركب آخر يعرف باسم «د.د.د» وهى أقل سمية من مركب «د.د.ت».

كذلك حضر الكيميائى الهولندى «فان دير ليندن» «Van der Linden» مركب هالوجينى آخر يعرف باسم «سداسى كلورو الهكسات الحلقى»، وذلك عام ١٩١٢، ولكن خواصه المبيدة للحشرات لم تكتشف إلا فى عام ١٩٤٢، ويتبع هذا المركب إضافة الكلور إلى البنزين وهو تفاعل يتبع فيه عدة أيسومرات، ويعتبر «أيسومر جاما» الذى يتكون بنسبة ١٣ ٪ هو أنشط الأيسومرات وأكثرها فعالية، ولذلك يعرف باسم «جامكسان» كما يعرف باسم «لندان» نسبة إلى اسم مكتشفه.



جامكسان أو لندان



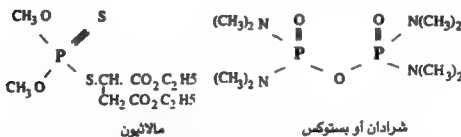
د.د.ت D.D.T

وهناك مجموعة أخرى من مشتقات الكلور العضوية مثل «التوكسافين» وهو مشتق الكلور من مركب «الكامفين»، ومثل «الكلوردان» و«هيتاكلور» وكلاهما من مشتقات «سيكلوبنتا داين» وهى مبيدات حشرية قوية وكذلك «الالدرين»، والاندرين وهما يتيمان إلى نفس المجموعة، وتتميز جميعها بسميتها العالية وهى من أفضل المبيدات فى مكافحة آفات التربة.

مركبات الفوسفور

وقد استخدمت بعض مركبات الفوسفور العضوية كذلك فى مكافحة الآفات، وأولى هذه المركبات يعرف باسم «TEPP» وهو مركب «رباعى إيثيل بيرفوسفات» وقد حضر عام ١٨٥٤ ولكنه لم يستعمل كمبيد إلا بعد انقضاء نحو ٨٠ عاما على تحضيره.

وقد بدأت خطة البحث عن مركبات الفوسفور العضوية في أثناء الحرب العالمية الثانية في معامل شركة «باير» بألمانيا وفي معامل شركة «سوندرز» بإنجلترا، وتم تحضير عدة مركبات منها «بستوكس» ويعرف كذلك باسم «شرادان» نسبة إلى اسم مكتشفه الألماني «شرادر» (Schrader)، ومنها «ستوكس»، و«ديترس»، و«مالاثيون»، و«باراثيون» وغيرها .



وقد أنتج من هذه المبيدات الفوسفورية نحو ٣٢٠٠ طن حتى عام ١٩٦١، ارتفعت إلى نحو ٥٤,٥٠٠ من الأطنان عام ١٩٦٦. والمالاثيون الذي حضر عام ١٩٥٠ بواسطة شركة «السياناميد الأمريكية»، هو أقل هذه المبيدات سمية بالنسبة للثدييات ولكن كلا من الديميفوكس والشرادان منع استعمالهما لسميتهما العالية بالنسبة للإنسان.

مركبات الكبريتات:

تشبه هذه المركبات مركبات الفوسفور العضوية في أثرها البيولوجي، وتتميز أغلب مشتقاتها بنشاطها الواضح ضد الحشرات. وأول ما عرف من هذه المواد مركب «إيزولان» ثم مركب «كارباريل» ويعرف تجارياً باسم «سفين»، وهو يشبه «د.د.ت» في فعله وقد يستعمل بديلاً له فهو أقل سمية وسريع التحلل.



وقد حضر «بايجون» بواسطة شركة «باير» الألمانية عام ١٩٥٩، وهو سريع المفعول وخاصة بالنسبة للذباب المنزلي والصراصير وغيرها، وهناك مركبات أخرى من هذه المجموعة مثل «نيوستجمين» و«زكتران» و«ألديكارب» الذي يعرف أيضاً باسم «تيميك» ولكن منع استخدامها لسميتها العالية.

مبيدات الفطريات:

استعمل الكبريت لمقاومة الفطريات فيما مضى، على هيئة سائل برتقالي يحضر بإضافة الكبريت إلى معلق الجير المطفأ في الماء عند درجة الغليان. وقد استعمل بعد ذلك خليطا من كبريتات النحاس والجير عرف باسم «خليط بوردو»، ثم استعمل بعد ذلك خليطا آخر عرف باسم «خليط بوجندى» نسبة إلى المنطقة التي استخدم فيها في فرنسا، وتستعمل حاليا بعض أملاح النحاس في مكافحة الفطريات التي تنمو على أشجار الفاكهة مثل التفاح والكمثرى وغيرها، ومن أمثلتها أوكسي كلوريد النحاس $3 \text{ Cu (OH)}_2 \cdot \text{Cu Cl}_2$.

وقد استعملت أملاح الزئبق لمكافحة الفطريات، وخاصة مركباته العضوية مثل «أستيات فينيل» الزئبق وهي أكثر تطايرا من مركبات الزئبق غير العضوية، ولذلك يسهل انتشارها بين النباتات وفي خلال التربة. كذلك استعملت بعض أملاح النيكل سهلة الذوبان في الماء، مثل «كلوريد النيكل» الذي استعمل على هيئة محلول مخفف في مقاومة صدأ القمح، ولكن أي زيادة في تركيز أملاح النيكل يؤدي إلى تسمم النبات.

وتعتبر أملاح القصدير ومركباته العضوية أفضل من مركبات الزئبق لقلّة سميتها ويعد «مركب ثلاثي بيوتيل أكسيد القصدير» من أفضل مركبات القصدير العضوية في مكافحة الفطريات. حتى أنه استعمل في صناعة النسيج لمنع تعطن الألياف، وفي حفظ الأخشاب وفي صنع طلاء مانع للحشَف تطلّى به هياكل السفن.



وتعتبر مشتقات القصدير العضوية المحتوية على مجموعات فينيل $(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ أقل سمية بالنسبة لكل من النباتات والثدييات، ومن أمثلتها مركب «أستيات ثلاثي

فيل القصدير المعروف باسم «فتين» «Fentin» الذى أنتجته شركة «هوكست» الألمانية وهو من أفضل هذه المركبات فى مكافحة الفطريات التى تنمو على البنجر والبطاطس.

كذلك تعتبر مركبات «ثنائى ثيوكرامات» من أفضل المبيدات العضوية للفطريات رغم أنها كانت تحضر أصلا لاستخدامها عوامل مساعدة فى فلكنة المطاط، ومن أمثلتها مركب «ثيرام» «Thiram» الذى استعمل فى مكافحة الفطريات التى قد تنمو على الخس والفراولة وغيرها، وكذلك مركب «نابام» «Nabam» الذى استخدم فى مكافحة الفطريات التى تنمو على الطماطم والبطاطس وغيرها، وهى تتميز بقلّة سميتها.

كذلك استخدمت مشتقات الفينولات المحتوية على الكلور لحفظ الأخشاب وبعض أنواع النسيج من مهاجمة الفطريات مثل «خماسى كلوروفينول» و«ثنائى كلوروفين» و«٢،٤ - ثنائى نثرو أورثوكريزول» (DNOC).

وهناك مبيدات أخرى للفطريات تنتمى إلى مجموعات أخرى من مجموعات الكيمياء العضوية مثل مشتقات الكينون والسلفونا ميدات، والبيريميدين.

مبيدات الأعشاب

هناك بعض النباتات الصغيرة أو الأعشاب التى تنمو وحدها فى الحقول، وتنافس بعض المحاصيل الاقتصادية التى يحتاجها الإنسان، فى الحصول على المادة الغذائية الموجودة بالتربة. وقد استعملت بعض المواد الكيميائية منذ زمن بعيد فى قتل هذه الأعشاب، مثل الكريوزوت وكلورات الصوديوم وحمض البوريك واستخدم حتى حمض الكبريتيك لهذا الغرض، ولكن بعض هذه المواد كان يصيب المحاصيل ببعض الأضرار، كما كان يفسد التربة فى أغلب الأحيان، ويجعلها غير صالحة للزراعة لمدة طويلة قد تصل إلى عدة سنوات.

وقد استخدم «ثنائى نثرو أورثوكريزول» «DNOC» فى قتل الأعشاب فى فرنسا عام ١٩٣٣ تحت اسم سينوكس فى حقول القمح، ولكن تبين أن هذا المركب يضر كثيرا بالحيوانات التى تعيش فى الحقول بكل أنواعها.

وأهم المركبات العضوية التي تستعمل فى إبادة الأعشاب، مركب «ثنائى كلورو حمض فينوكسى أسيتيك» الذى يعرف باسم ٢,٤-د (2,4-D)، وكذلك مركب مشابه له يعرف باسم (MCPA)، كما يستخدم مركب ثالث يعرف باسم «ثلاثى كلورو حمض فينوكسى أسيتيك» (2,4-T).



٢,٤-د ثنائى كلورو حمض فينوكسى أسيتيك (٢,٤-د) بيكلورام

كذلك استخدمت بعض مشتقات حمض البنزويك مثل «ثلاثى كلورو حمض البنزويك» (TBA) ومثل «الديكامبا» فى إبادة الأعشاب عريضة الأوراق. ويعتبر البيكلورام أحد مشتقات البيريدين الهالوجينية وهو من أشهر المبيدات المعروفة لإسقاط الأوراق وقتل الأشجار، ونظرا لأنه شديد الثبات فقد أصبح استعماله محدودا إلى حد كبير.

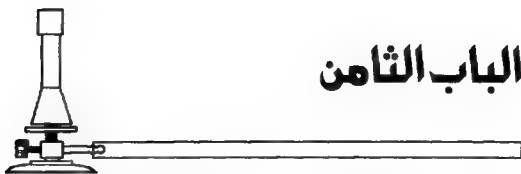
الأضرار الناشئة عن استخدام المخصبات والمبيدات

يؤدى الإفراط فى استخدام هذه المركبات الكيميائية إلى كثير من الأضرار للبيئة، فكثير من هذه المواد شديد الثبات ويبقى فى التربة زمنا طويلا، وقد يتسرب بعضها منها إلى المياه الجوفية والمجارى المائية، وقد يصل إلى مياه الشرب.

وبالنسبة للمخصبات تعتبر أملاح الفوسفات التى تزيد عن حاجة النباتات وتبقى فى التربة شديدة الضرر، فهى تؤدى إلى تكوين مركبات غير ذائبة مع كثير من الفلزات النادرة التى يحتاجها النبات، وبذلك تمنعه من الاستفادة بها، كما أن تسرب الفوسفات إلى المجارى المائية يؤدى إلى الحالة التى نسميها التثبيغ الغذائى، فتكثر الطحالب والبكتريا اللاهوائية بالمياه، وتنمو بها النباتات وتشابك مما يؤدى إلى قتل الأسماك وأغلب الكائنات البحرية الأخرى.

كذلك فإن ما يزيد عن حاجة النبات من أملاح التترات قد يصل إلى المياه الجوفية والمجارى المائية، ومنها يذهب إلى مياه الشرب. وقد تتحول أيونات التترات إلى أيون التريت السام بواسطة بعض البكتريا الموجودة بجسم الإنسان، ويتسبب أيون التريت في تغير طبيعة الدم ويجعله غير قادر على نقل الأكسجين إلى خلايا الجسم. كذلك قد يتحد أيون التريت مع بعض الأمينات الموجودة بالجسم مكونا مركبات «التتروزامين» وهى مواد مسرطنة وشديدة السمية.

أما بالنسبة للمبيدات فهى قد تقتل الحشرات النافعة مع الحشرات الضارة، كما أن بعض النباتات تمتص جزءا من هذه المبيدات وتنقل منها إلى الحيوانات وتظهر فى لحومها وألبانها ثم تنتقل بعد ذلك إلى الإنسان. كذلك فإن استعمال تركيزات عالية من هذه المبيدات يقتل الطيور والماشية ويسبب ظهور حالات من التسمم بين الأفراد. وقد أدى الإسراف الشديد فى استعمال «د.د.ت» إلى وجود آثاره فى كل مكان حتى أنه يقال أن هناك نسبة ما من هذا المبيد فى جسم كل إنسان على سطح الأرض.



الباب الثامن

دور الكيمياء فى مجال الصناعة

- الأصباغ والمواد الملونة

- اللدائن

- المطاط

- المنظفات الصناعية والشامبو



الأصباغ والمواد الملونة:

تمثل كيمياء الأصباغ والمواد الملونة أحد الإنجازات الهامة التي قام بها علماء الكيمياء. وقد بدأ هؤلاء العلماء بقطران الفحم وخلقوا من مواده آلافًا من الأصباغ متعددة الألوان، التي فاقَت في كثير من الأحيان، الألوان الطبيعية التي نراها حولنا، في ثيابها، وزهورها، وثياتها.

وتستعمل هذه الأصباغ اليوم في تلوين كل شيء حولنا، فتصنع بها الملابس التي نرتديها، والسجاد الذي نسير عليه، والستائر التي نضعها على النوافذ، والأوراق التي نغطي بها الجدران، والصور الملونة التي نراها في كتبنا، والتي نلتقطها بآلات تصويرنا.

وقد بدأت بحوث الكيمياء في ألمانيا في مركز أهد خصيصا لذلك، وعندما أرادت إنجلترا أن تنشئ مركزا للبحوث خاصا بها استشارت «يوستس فون ليبج» (١٨٠٣ - ١٨٧٣)، وكان يعمل أستاذا بالجامعة في ألمانيا، فشرح لها أحد العلماء الألمان الشبان وهو «هوفمان» (١٨١٨ - ١٨٩٢) لرتاسة الكلية الملكية للكيمياء التي أنشئت في لندن عندئذ.

وكانت أبحاث هوفمان تدور حول الأنيولين وبعض مشتقاته، وكان يرى أن المواد المحضرة من قطران الفحم سيكون لها يوما ما نفع عظيم، وقد تصنع منها مستقبلا مواد ملونة زاهية الألوان، وقد تحققت نبوءة «هوفمان» فيما بعد على يد شاب إنجليزي يدعى «وليم هنري بركن» (١٨٣٨ - ١٩٠٧)، وكان «بركن» تلميذا في ذلك الوقت، ثم أصبح مساعدا لهوفمان فيما بعد.

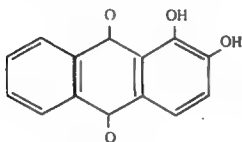
وقد قام «بركن» بإضافة بضع قطرات من حمض الكبريتيك إلى الأنيولين، ثم أضاف بضع بلورات من ثاني كرومات البوتاسيوم، وهي مادة مؤكسدة، فتكون من هذا الخليط عند تسخينه راسب أذكَن اللون، ولكنه أعطى محلولاً أرجوانى اللون، ووجد «بركن» أن هذا المحلول يصبغ الحرير بلون أرجوانى ثابت.

وقد أطلق عليها بركن اسم «بركن موف»، وكانت أولى الأصباغ التي حضرها الإنسان، واستعملها بعض الصباغين في إنجلترا لأنها كانت أكثر ثباتا من الأصباغ النباتية.

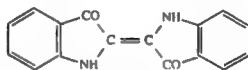
وقد تمكن «بركن» من تحضير عدة أصباغ جديدة، مثل الماجنتا، وأحمر الأنيلين، وأخضر بركن، والأليزارين. كذلك استطاع «هوفمان» أن يحضر في معمله عدة أصباغ أخرى مثل بنفسجى هوفمان، وأخضر النيل، ونجح عندما عاد إلى ألمانيا في دفع صناعة الأصباغ الألمانية فظهرت في الأسواق أصباغ جديدة مثل «أندولين كارو» الزرقاء، و«أصفر مارينوس».

وفي عام ١٨٧٥ عين عالم بارز يدعى «أدولف فون باير» (١٨٣٥ - ١٩١٧) أستاذا للكيمياء في جامعة ميونيخ خلفا للعالم «ليج»، وكان له هو وأحد مساعديه عام ١٨٦٨ فضل التعرف على تركيب الأليزارين وتبين أنها مشتقة من الأنتراسين الذى يحصل عليه من قطران الفحم. وكانت صبغة الأليزارين تستخلص من جذور بعض النباتات، ولكن تم تصنيعها بعد ذلك بواسطة شركة «باديشه للأنيلين والصودا» (BASF) ووصل إنتاجها إلى نحو ١٠٠٠ طن في العام.

وكانت صبغة «الأنديجو» (النيلة) إحدى الأصباغ الهامة التى تستخلص من نبات النيلة، وكانت معروفة فى بريطانيا وفى بعض الدول الأوروبية قبل أن «يفزوها الرومان». وقد تمكن «باير» معتمدا على تجارب آخرين من معرفة تركيب هذه الصبغة واسمها العلمى «أنديجوتين» ثم قامت شركة «باديشه» بتصنيعها عام ١٨٩٧ من الأنيلين.



الأليزارين



الانديجوتين

وقد حضرت أصباغ أخرى تنتمى إلى الأليزارين وهى تعرف باسم «أصباغ الكوينون» ومنها «الأليزارين الأزرق B» و«السوبرانول الأزرق GG»، و«كاليدون الأصفر 4G» وغيرها .

وقد ظهرت بعد ذلك مجموعة من الأصباغ تعرف باسم «أصباغ الآزو»، وقد حضرت أول صبغة من هذا النوع عام ١٨٥٩ وعرفت باسم «أصفر الأنيلين»،

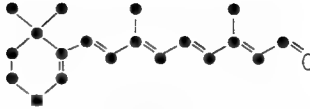
وبحلول عام ١٨٨٥ كانت هناك آلاف من هذه الأصباغ مثل «بسمارك البنى» و«أحمر الكونجو» وصنعت منها شركة «أجفا» (AGFA) وشركة باير أصباغا صفراء وبرتقالية وحمراء وزرقاء تصلح لصبغة القطن، وأصباغا أخرى تحتوي على نواة الفنتالين وتصلح لصبغة الصوف، مثل «الأحمر الثابت»، و«نافتول الأسود»، وهى تصلح كذلك لصبغة الحرير والجلود وغيرها.

وهناك أنواع أخرى من الأصباغ مثل أصباغ «الفثالوسيانين» و«الأصباغ الشبيطة» وغيرها. وقد استطاع الإنسان بمضى الوقت أن يكتشف تركيب كثير من المواد الملونة الموجودة طبيعيا فى الكائنات الحية من نبات وحيوان.

ولا تنتمى كل المواد الملونة الطبيعية إلى طائفة الأصباغ، فالمادة الملونة التى تسمى صبغا يجب أن تتصف بصفات معينة، فتكون لها القدرة على التماسك مع الألياف النسيج، أو تكون بجزئياتها مجموعة يمكن أن تتحد بإحدى المجموعات الكيميائية فى النسيج وأن تكون ثابتة إلى حد كبير فلا يتغير لونها بتعرضها للضوء، ولا يزول لونها بالغسل بالماء والصابون.

وبعض المواد الملونة الطبيعية له خواص الأصباغ، وبعضها الآخر ليست له هذه الصفات، ويطلق على هذه الأخيرة اسم «الخضاب»، ولها فوائد كثيرة، فهى التى تعطى الزهور والفراشات وغيرها ألوانها الجميلة، وتشعرنا بجمال الحياة، كما أن منها ما هو ضرورى لحياة الكائنات، مثل المادة الملونة الخضراء التى توجد بأوراق النباتات وتعرف باسم «الكلورفيل» ومثل مادة الهيم حمراء اللون التى تتحد بالجلوبين وتوجد فى كريات الدم الحمراء فى دم الإنسان.

وتوجد مادة ملونة هامة أخرى فى عيون الإنسان وبعض الفقاريات وتعرف باسم «رودوبسين» أو «بنفسجى الرؤية»، وهى المادة المسؤولة عن الرؤية، فعندما يقع عليها الضوء يزول لونها ويتكون بدلا منها فيتامين أ، ثم يعود لون الرودوبسين للظهور فى شبكية العين فى الظلام ويختفى فيتامين أ، ومن المعروف حاليا أن الرودوبسين تتكون من مادتين إحداها بروتين لا لون له يسمى «أوبسين» والأخرى صبغ أصفر من مركبات الكاروتين يعرف باسم «رتينال» نسبة إلى شبكية العين.

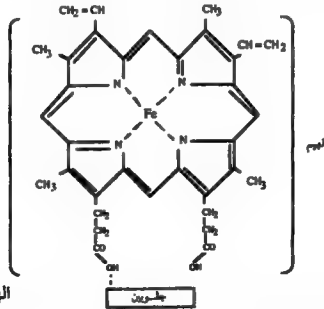


ترانس ريتينال

وعندما يقع الضوء على الرودوسين تتحول الهيئة الفراغية للرتينال من «س» إلى «ترانس» الذي يتحد بالهيدروجين مكونا فيتامين أ، الذي يتحول بدوره إلى «س» رتينال مرة أخرى عند زوال الضوء. ويقدر العلماء الزمن اللازم لتحويل الرتينال من الهيئة الفراغية «س» إلى «ترانس» أو العكس بنحو ١٠-١٢ جزء من الثانية، أى جزء من مليون مليون جزء من الثانية مما يدل دلالة واضحة على شدة حساسية شبكة العين للضوء.

وتوجد مواد ملونة أخرى مشابهة فى عيون الكائنات الحية الأخرى، فيوجد بوفيروسين^(١) فى الأسماك، وأيودوسين فى الدجاج.

ومادة الهيم الموجودة بالهيموجلوبين من مجموعة «البورفيرين» وتتوسط حلقاتها ذرة واحدة من ذرات الحديد، وهى التى تعطى الدم لونه الأحمر وهى المستولة عن نقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم.



الهيموجلوبين

(١) بوفير Porphyr تعنى أرجوانى، وإيود Iod تعنى بنفسجى.

ومادة الكلوروفيل خضراء اللون هي الأخرى من مجموعة «البورفيرين» وتتوسط حلقاتها ذرة واحدة من ذرات المغنسيوم، وهى تساعد على صنع الغذاء فى النباتات فى العملية المعروفة باسم التخليق الضوئى.

وهناك مواد ملونة من نفس النوع توجد فى أجنحة بعض الطيور ولكن تتوسط حلقاتها ذرة من النحاس، كما أن بعض مركبات البورفيرين التى توجد أحيانا فى البترول تتوسط حلقاتها ذرة من النيكل أو ذرة من الغناديوم.

وتوجد مركبات «الزنتوفيل»^(١) فى كثير من الزهور الصفراء، وفى بعض الجذور والثمار، كما قد توجد فى الطحالب، وهذه المواد هى التى تجعلنا نرى أوراق الأشجار صفراء اللون فى فصل الخريف أو عندما توضع النباتات فى الظل، والسبب فى ذلك هو اختفاء اللون الأخضر للكلوروفيل وزيادة تكوين الزانثوفيل.

وعادة ما تكون الزهور خضراء اللون فى أول نشأتها، وعندما تنمو وتزدهر يختفى منها الكلوروفيل وتتكون بدلا منه أنواع من الخضاب الأحمر والأزرق.

كذلك هناك مواد ملونة أخرى من مجموعة «الأنثوسيانين» ذات الألوان الزاهية وهى تفقد ألوانها عندما يأتى الشتاء، ولذلك تتحول بعض أوراق الأشجار إلى اللون البنى فى فصل الشتاء، ومن الملاحظ أن بعض أوراق الأشجار تتحول ألوانها فى الخريف أو فى فصل الشتاء، من اللون الأخضر إلى اللون الأحمر، ويرجع السبب فى ذلك إلى اختفاء الكلوروفيل من هذه الأوراق، وتكون مواد ملونة أخرى بها مثل «رودوراثين».

وبعض الحشرات تنفث كينونات ملونة عند إزعاجها، مثل خنفسة الدقيق التى تنفث خليطا مثل «مثيل وإثيل بنزوكينون» لونه وردي ضارب إلى الحمرة. وبعض الثمار مثل التفاح أو البطاطس عند قطعها وتعرضها مدة من الزمن للهواء، يتحول لونها إلى لون بنى، وذلك بسبب تأكسد ما بها من بعض الفينولات مثل «الكاتيكول» إلى كينون وهيدروكسى كينون الذى يتبلر بعد ذلك إلى مواد سوداء اللون.

(١) ميلان Melan تعنى أسود . واثتر Xantho تعنى أصفر .

وتتكون أصباغ «الميلانين» سوداء اللون فى جلد الإنسان نتيجة لتحويل الحمض الأمينى «تايروزين» فى وجود إنزيم «التايروزيناز»، وعند غياب هذا الإنزيم من الجسم يصبح الكائن من نوع «الالبينو» الأبيض.

كذلك يتج الحبر الأسود الذى يطلقه الأخطبوط، أو السبيط عند شعوره بالخطر نتيجة لأكسدة الكينونات بواسطة الإنزيم المؤكسد السابق فتتحول إلى أصباغ الميلانين السوداء التى تفرز على هيئة معلق أسود اللون.

. وهناك كينونات أخرى لها صفات الأصباغ مثل كينون «لوسون» الذى يفصل من الحنة المصرية، ويستخدم فى صباغة الجلود باللون البرتقالى، وكينون «جوجلون» الذى يستخرج من أشجار الجوز، ويستخدم فى صباغة الصوف والشعر باللون البنى.

كذلك تشترك مركبات «الفلافون»^(١) فى تكوين كثير من المواد الملونة فى النباتات ويوجد عدد كبير منها فى النباتات كما فى المقدونس والكرفس وغيرها، كما توجد بعض مشتقاتها من مركبات «الأنثوسيانين» فى كثير من الزهور. وبعض هذه المركبات لها صفات الأصباغ مثل «الجنستين» أصفر اللون، و«الكويرسيتين» بنى اللون، وهى تستخدم فى الصباغة فى وجود مرسخ مثل الشب. أما الأنثوسيانينات فيتراوح لونها بين الأزرق والبنفسجى، وبين الأحمر كما فى بعض أنواع الورود.

وتوجد مجموعة أخرى من المواد الملونة فى أجنحة بعض الفراشات متعددة الألوان وهى تعرف باسم «بتيرين» «Pterins» نسبة إلى كلمة «Pteron» الإغريقية وتعنى جناح، ومنها «إريثروبتيرين»^(٢) ذات اللون الأحمر و«كرايزوبتيرين» ذات اللون الذهبى الجميل.

وهكذا كان للأصباغ والخضاب دور هام فى حياتنا اليومية، سواء الموجود منها فى الطبيعة، أم تلك التى حضرها الإنسان، فهى قد جعلت كل ما يحيط بنا أكثر جمالا، وجعلت حياتنا أكثر بهجة وبهاء.

(١) فلافو Flavo تسمى أصفر.

(٢) اريثرو Erythro تسمى أحمر، وكرايزو Chryso تسمى ذهبى.

اللدائن، Plastics

اللدائن مجموعة من المواد العضوية المخلقة تتصف بكون حجم جزيئاتها، كما تتصف بمرونتها وبأنها يمكن تشكيلها بصيها في قالب باستخدام الحرارة أو الضغط أو كليهما معا ويطلق أحيانا على بعض هذه المواد اسم «راتينجات» (Resins) لأنها تشبه في بعض مراحلها بعض الراتينجات الطبيعية التي نعرفها.

واللدائن عبارة عن «بوليمرات» (Polymers) تتكون جزيئاتها من عدد كبير من الذرات لتصنع سلسلة طويلة تتحد فيها بعض الجزيئات الصغيرة معا لتصنع وحدة تركيبية خاصة، ثم تتكرر هذه الوحدة على طول سلسلة البوليمر.

وتعرف العملية التي تتصل فيها بعض الجزيئات الصغيرة لتصنع سلسلة طويلة متكررة الوحدات باسم «البلمرة»، وهي عدة أنواع، فبدا تكونت سلسلة البوليمر من نوع واحد من المونومرات وتكرر وحدته على طول السلسلة يطلق على هذه العملية اسم البلمرة المتجانسة، ومن أمثلتها لدائن النولي إثيلين، ولدائن البولي بروبيلين، فالأولى تتكون فيها سلسلة البوليمر من وحدات الإثيلين، والثانية تتكرر فيها وحدات البروبيلين، ولهذا فإن هذه البوليمرات أو اللدائن لها نفس تركيب المونومر.

أما إذا اشترك أكثر من مونومر في تكوين سلسلة البوليمر فتعرف هذه العملية باسم «البلمرة المشتركة» (Copolymerization) ومن أمثلتها لدائن البيوتاديين والإستايرين التي تستخدم في صنع المطاط الصناعي، وعادة ما تستخدم البلمرة المشتركة للحصول على بوليمر له خواص أفضل من البوليمر الناتج من البلمرة المتجانسة، ولذلك نجد أن مطاط البيوتاديين - إستايرين أفضل بكثير من مطاط البيوتاديين وحده.

وهناك نوع ثالث من البلمرة لا تضاف فيها جزيئات المونومر بعضها بغير بعض، ولكن تتم البلمرة بحدوث تفاعل بين مونومرين مع انفصال جزيئات الماء أو الكحول، ولهذا فهي تسمى «البلمرة بالتكثيف» (Condensation Polymerization) ومن أمثلتها تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد أو اليوريا مع الفورمالدهيد أو لدائن البولي أميد مثل النايلون التي يتفاعل فيها مونومر ثنائي أمين مع مونومر ثنائي الكربوكسيل ويتكرر ذلك على طول السلسلة.

وهو يحتوى على نسبة عالية من التروجين تصل إلى نحو ١٤ ٪ بالوزن، وقد اكتشف فيما بعد أن التروسيلولوز الناتج من هذا التفاعل ويحتوى على نسبة أقل من التروجين تصل إلى نحو ١١ ٪ لاينفجر ويذوب بسهولة فى الكحول والإثير مكونا محلولاً عرف باسم «كلوديون» «Collodion».

وفى عام ١٨٦٨ قام رجل أمريكى يدعى «جون هيات» بخلط الكلوديون بمادة الكافور وحصل بذلك على كتلة لدنة ظن أنها تصلح لصنع كرات البلياردو بديلاً للعاج ولكنها لم تصلح لذلك ولكن أمكن تشكيلها على هيئة كثير من المشغولات وصنعت منها أفلام التصوير والسينما وبعض الألواح والأنابيب ومقابض فرش الملابس والأسنان.

لدائن الكيزين Casein Plastics

فقد السيلوليد أهميته فى نهاية القرن التاسع عشر عندما اكتشف «ويلهلم كريشه» «Wilhelm Krishe» و«أدولف سبتلر» «Adolph Spitteler» فى ألمانيا أن الكيزين الناتج من تخثر اللبن يتفاعل مع الفورمالين لتكوين مادة قرنية من النوع الجامد حرارياً، وقد بدأت صناعة هذه المادة فى كل من ألمانيا وفرنسا عام ١٩٠٠.

وتتميز لدائن الكيزين بسطحها اللامع وبألوانها الزاهية وتستعمل فى صنع زراير الملابس وإبر التريكو والأرفف وبعض أنواع اللعب.

خلات السيلولوز Cellulose Acetate

نظراً لقابلية السيلوليد للاشتعال وخطورة تحوله من السيلولوز إلى التروسيلولوز المتفجر والمحتوى على ١٤ ٪ تروجين فقد ابتكرت الشركة المصنعة للسيلوليد عام ١٩١٠ مادة لدنة جديدة من السيلولوز تعرف باسم خلالات السيلولوز وتم إنتاجها بمعاملة القطن بحمض الخليك.

وخلات السيلولوز لدنة حرارياً ويمكن تلوينها حسب الطلب وتصنع منها زراير الملابس وأفلام التصوير والنظارات والأباجورات وبعض أجزاء المكائن، كما تستخدم فى تحضير حرير الأسيات «انظر الألياف الصناعية» وفى تحضير مواد تلميع الأرضيات، وقد استخدمت خلالات السيلولوز فى صنع السيلوفان عام ١٩٢٤ وصنعت منه ألواح، كما استخدمت فى التعبئة وفى تغليف الزيت والأطعمة وغيرها.

الباكلايت Backelite

يتم تحضير لدائن السيلولويد وولات السيلولوز وكذلك لدائن الكيزين من خامات طبيعية هي السيلولوز الموجود فى القطن أو فى لب الخشب، والكيزين الناتج من تخثر اللبن على الترتيب، أما الباكلايت فهي مادة كيميائية مخلقة من مواد كيميائية أخرى، ولهذا فهي تعتبر أقدم اللدائن التخليقية.

ويرجع الفضل فى ابتكار الباكلايت إلى شاب بلجيكي يدعى «ليوبيكلان» و«Leo Buckeland» وكان يقوم ببعض التجارب لصنع ورق التصوير الحساس لحساب شركة استمداد بأمريكا.

وقد كان الكيماويون يضيقون عندما تنتهى تفاعلاتهم بظهور مادة راتنجية تغطى فى بعض الأحيان على ناتج التفاعل المطلوب، وكان العالم الألماني فون باير قد لاحظ عام ١٨٧٢ أن تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد يؤدي إلى تكوين مادة صمغية كانت تعتبر عديمة القيمة فى ذلك الحين وإن كان هذا الراتنج يذوب فى الكحول.

وقد أعاد «بيكلاند» تجارب «باير» عام ١٩٠٠ وحصل على راتنج يمكن صبه بالحرارة إلى أشكال معينة ويحتفظ بشكله بعد ذلك ولا يمكن إذبته أو صهره، أى أنه من نوع اللدائن الجمدة حرارياً. وقد سجل «بيكلاند» اختراعه عام ١٩٠٩.

وكذلك تمكن «بيكلاند» من تحويل راتنج كان يظن أنه ناتج ثانوى عديم القيمة إلى مادة هامة يمكن استعمالها فى كثير من الأغراض.

ويستعمل الراتنج فى المحلول للصق الخشب والقماش والورق، ويمكن تصنيعه على هيئة مسحوق أو حبيبات تخلط بمواد مائشة مثل الكربون أو مسحوق الخشب أو الطلق ويتصف الباكلايت بخواصه الميكانيكية والكهربائية الجيدة، وتصنع منه كثيرا من الأدوات مثل التليفون وأبدي أواني الطهى وكمائن الراديو وبعض أجزاء السيارات والآت الغسيل ومفاتيح الكهرباء والأدوات العازلة للكهرباء بدلا من الصينى غالى الثمن، كما أنه قد يستخدمه فى صنع ألواح الخشب الحبيبي.

لدائن الميلامين - فورمالدهيد Melamine resins

تخضر بتسخين الجير وفحم الكوك فى فرن كهربائى لتكوين كربيد الكالسيوم الذى يسخن مع التروچين لتكوين سياناميد الكالسيوم الذى يحول إلى دای سیان دايميد . وعند معالجة الأخير بالأمونيا والميثانول يتكون الميلامين الذى يعامل بعد ذلك بالفورمالدهيد لتكوين الراتينج المطلوب .

وتتميز هذه اللدائن بسطحها اللامع والأملس وبعدم امتصاصها للرطوبة ولهذا تستعمل فى صنع كثير من أدوات المائدة، وهى تقبل الامتزاز بكل الألوان وتصنع منها بعض أجزاء السيارات مثل غطاء موزع الكهرباء وغير ذلك من الأجزاء .

لدائن اليوريا - فورمالدهيد Urea-Formaldehyde

تخضر بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد وتعطى لدائن شفافة عديمة اللون جامدة حراريا مثل الباكلايت . وتستخدم هذه اللدائن فى لصق طبقات رقيقة من الخشب فى صنع خشب الأبلاكاش وكذلك فى صنع الخشب الحبيبي وفى صنع بعض أنواع الورق المضغوط وفى كبائن الراديو وبعض أدوات الزينة والأدوات الكهربائية .

لدائن الأكريل Acrylic resins

لدائن الأكريل مشتقة من حمض الأكريليك، وأشهرها بولى ميثل ميثاكريلات وهى لدنة حراريا ويمكن تشكيلها بسهولة، وتتميز بشفافيتها ومثانتها ومقاومتها للعوامل الجوية، وتسمى أحيانا «بلكسى جلاس» لأنها تشبه الزجاج فى شفافيتها، كما أنها تتحمل الصدمات ولا تحترق بسهولة ولا تصبح هشة عند تبريدها . وهى تسمح للأشعة فوق البنفسجية بالمرور خلالها .

وتصنع من لدائن الأكريل كثيرا من الأدوات مثل فرش الشعر والامشاط وبعض اللافتات، كما تصنع منها الأضواء الخلفية للسيارات وبعض الحلى التى تزين الملابس، كذلك تستخدم فى صنع بعض أجزاء الطائرات لمقاومتها للعوامل الجوية .

لدائن الألكيد Alkyde resins

لدائن جامدة حراريا، ويصنع بعضها بتكثيف الجليسرين أو أى كحول ثنائى الهيدروكسيل مع أنهيدريد حمض مثل أنهيدريد الفثاليك. وتستعمل هذه اللدائن فى صنع الطلاءات وخاصة فى الطلاء الحرارى للسيارات (طلاء الفرن) وفى صنع أنواع من اللاكيبه والمواد اللاصقة وحبر الطباعة. تتميز هذه اللدائن بمقاومتها للحرارة وبصفاتها العازلة للكهرباء؛ ولهذا فهي تستعمل فى صنع مفاتيح الكهرباء وفى صنع الفاصل المنصهر وقواعد أنابيب الإلكترونيات وفى صنع بعض أجزاء السيارات.

لدائن الأليل Allylic resins

لدائن جامدة حراريا ومن أمثلتها فتالات ثنائى الأليل وهى تتميز بصفاتها العازلة للكهرباء وبمقاومتها للرطوبة وبعدم انكماشها فى أثناء صيها أو بعده، ولهذا استعملت فى صنع نهايات أول كبل تليفونى عابر للمحيط. وتستعمل هذه اللدائن فى صنع أجزاء الاشتعال فى وسائل النقل وفى صنع أغشية موزع الكهرباء بها وفى غير ذلك فى كثير من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية.

لدائن الإيبوكسى Epoxy resins

لدائن جامدة حراريا تتميز بمقاومتها العالية للمواد الكيميائية وبمتانتها وقوة تحملها. وتصنع منها طلاءات واقية للفلزات وتطلى بها الأسطح الداخلية لعلب حفظ الأغذية وصهاريج الجازولين فى السيارات، كذلك استخدمت فى صنع بعض المواد اللاصقة وفى عمليات التشكيل بصبها فى قوالب. وقد استعملت طبقات من اللدائن الإيبوكسى ومنتجات الألياف الزجاجية معا فى صنع الدوائر الكهربائية وفى أجسام الطائرات وفى صنع الخزانات والأنابيب وبعض الأدوات المستعملة صناعيا.

وتتميز لدائن الإيبوكسى بقدرتها اللاصقة، وقد استعملت أنواع منها فى نقل صخور معبد أبى سنبل.

راتينجات الفلوروكربون Fluorocarbons

لدائن لدنة حراريا، وتتميز باحتواء جزيئاتها على عديد من ذرات الفلور، ومن أمثلتها «التفلون» ولهذا فهي تقاوم فعل الحرارة والمواد الكيميائية ولا تقبل الاشتعال بالإضافة إلى خواصها العازلة للكهرباء. كذلك تتميز هذه اللدائن بليونتها ومرونتها حتى عند درجات الحرارة المنخفضة. وتستعمل هذه اللدائن في صنع الصمامات وأغشية المضخات والجوانات الحافظة للزيوت والتي تفصل بين أجزاء الآلات لإحكامها ومنع تسرب الموائع منها. كذلك تستعمل في صنع المحاور التي لا تحتاج إلى مزلاقات أو تشحيم، وفي صنع الأنابيب وفي عزل أسلاك الكهرباء. وتستعمل في تغطية الأسطح الداخلية لبعض أواني الطهي مما يمنع التصاق الطعام بها.

لدائن البولي أميد Palyamide resins

تتعدد أنواع لدائن البولي أميد المستخدمة كما تتنوع خواصها وصفاتها وأهم أفراد هذه المجموعة هو «النايلون» (انظر الألياف الصناعية) وتتميز هذه اللدائن بمثانتها وبمقاومتها للبرق والحرارة وفعل المواد الكيميائية، ولهذا تصنع منها بعض التروس والمحاور والكامات المتحركة في أجهزة قياس السرعة وبعض الأجهزة المستعملة في المنازل.

لدائن البولي كربونات Polycarbonate resins

لدائن لدنة حراريا وتتميز بمقاومتها للحرارة والصدمات وتقلبات الجو تستعمل في صنع بعض أجزاء الطائرات والسيارات وبعض الآلات كما تستعمل في كثير من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية. ويمكن تشكيل هذه اللدائن على البارد دون تسخينها وذلك بطرقها أو سحبها على درافيل لصنع أقراص أو سدادات أو أنابيب، وهي تشبه في ذلك فلزات الألومنيوم والنحاس في خواصها.

لدائن البولى إستر Polyester Resins

لدائن لدنة حراريا، تتميز بصفاتھا العازلة للكهرباء ومبقاومتھا للحرارة والرطوبة. وهى تقوى عادة بالأسبتوس، أو بالألياف الزجاجية وغيرها، ويمكن صبھا فى أشكال متعددة تتميز بخفة وزنها، وبصلابتھا، وبمقاومتھا العالية للصدمات. وتستعمل اللدائن المقواة فى صنع الفواصل فى المنازل، وفى صنع بعض معدات الكهرباء وغيرها. كذلك يمكن صنع خيوط أو ألياف من البولى إستر، وأهم أنواعھا «الداكرون» (انظر الألياف الصناعية) وتصنع منه بعض الملابس والمفروشات.

لدائن البولى إيثيلين Polyethylenes

لدائن لدنة حراريا ابتكرتها شركة الصناعات الكيمائية الإمبراطورية عام ١٩٣٠ وسرعان ما انتشر إنتاجھا واستعمالھا فى مختلف الأغراض. وتتنصف هذه اللدائن بأنها متعددة الخواص ويمكن تحويلھا إلى جسم جامد أو جسم مرن، وهى تقاوم الحرارة ولا تفقد خواصھا عند درجات الحرارة المنخفضة، كما أنها لا تتأثر بالماء أو بالعوامل الجوية وتنصف بقدرتها على عزل الكهرباء. وتصنع منها الأنابيب وأحواض الثلج فى الثلجات المنزلية والأطباق والأكواب وبعض اللعب. ويمكن أن تصنع منها ألواح رقيقة تستعمل فى تغليف الحلوى والأغذية، كما تصنع منها الحقائب والمعاطف الواقية من المطر، وبعض البالونات المستخدمة فى الأرصاد الجوية، وقد تصنع منها طبقة عازلة توضع تحت الأسمنت. وتتميز لدائن البولى إيثيلين بأنه يمكن صبھا بالنفخ، ولذلك تصنع منها زجاجات مرنة لإرضاع الأطفال، أو زجاجات غسيل فى المعامل، كما تصنع منها أجولة لحفظ بعض المنتجات الزراعية أو نقلھا. وهناك نوع منها يعرف باسم البولى إيثيلين عالى الكثافة، وهو نوع متين ولا يتأثر بالماء أو بالأحماض، ويقاوم السحج والبرى كما أنه سهل التنظيف ولذلك تصنع منه عبوات الأحماض وصفائح القمامة وغيرها.

لدائن البولي بروبيلين Polypropylenes

لدائن لدنة حراريا، تصنع بلمرة البروبيلين بدلا من الإثيلين، وهى تتميز بخفة وزنها ومسانتها وعدم تشققها، وبمقاومتها للمواد الكيميائية مثل الأحماض والقواعد، بالإضافة إلى قدرتها على عزل الكهرباء. وتصنع من هذه اللدائن بعض الصمامات وبعض الأنابيب، كما تصنع منها أغلفة البطاريات السائلة وبعض أجزاء آلات النسيج، كما تستخدم فى تغطية الأسلاك والكابلات. كذلك تصنع منها بعض أجزاء التلاجات المنزلية والأطباق، وبعض أدوات المعامل التى تتحمل الصدمات ودرجات الحرارة حتى ١٤٠م، كما تقاوم فعل المواد الكيميائية وتستعمل فى صنع جوالات التعبئة.

لدائن البولى ستايرين Polystyreneplastics

تصنع هذه اللدائن بلمرة مركب الإستايرين فى وجود عامل مساعد وباستخدام الضغط والحرارة، وهى لدنة حراريا. وتتميز هذه اللدائن بأنها شفافة وذات سطح لامع كما أنها عازلة للكهرباء. وتصنع منها بعض الأدوات المنزلية مثل علب حفظ الطعام فى الشلاجات، وبعض أنواع أوعية حفظ السوائل والعصائر، وقد تستعمل فى تغطية الجدران بدلا من القيشانى، كما قد تصنع منها بعض لعب الأطفال. ويمكن نفخ لدائن البولى ستايرين وهى منصهرة فتحول إلى جسم إسفنجى له قدرة كبيرة على العزل، ولذلك يستعمل هذا النوع فى تغليف الأجهزة الثمينة



اللدائن مواد عضوية يسهل تشكيلها

لحمايتها من الصدمات كما يستخدم فى صنع مواد عازلة للمباني والشلاجات وغيرها.

لدائن اليوراثان Urathane resins

لدائن لدنة حراريا تصنع من اليوراثان، وعادة ما يمرر فيه فى أثناء بلمرته غاز ثانى أكسيد الكربون، فيتحول إلى مادة إسفنجية مليئة بالمسام، ومنها المرن ومنها الشبة جامد، وهى مواد خفيفة الوزن ولا تتأثر بالرطوبة. وتستخدم المادة المرنة فى صناعة مقاعد السيارات والطائرات بدلا من الإسفنج، كذلك تصنع منها المراتب والوسائد، وقد تبطن بها بعض ملابس الشتاء، كما تستخدم فى تغليف كثير من المعدات وفى عمليات العزل الحرارى. أما المادة شبه الجامدة فتستخدم فى التعبئة وفى صنع الجدران الفاصلة مع الخشب، وفى عزل درجات الحرارة المنخفضة. كذلك تستخدم لدائن اليوراثان كمواد لاصقة، وفى صنع الشعر الصناعى للفرش، وفى صنع بعض لعب الأطفال وغيرها.

لدائن الفاينيل Vinyl resins

لدائن لدنة حراريا، تتميز بمقاومتها ويعزلها الجيد للكهرباء وبمقاومتها للأحماض والمذيبات. وتتكون هذه اللدائن ببلمرة كلوريد الفاينيل أو بالبلمرة المشتركة بينه وبين أسيتات الفاينيل. وعند خلط كلوريد البولى فاينيل مع إسترات حمض الفثاليك أو الفوسفوريك وضغط الخليط فى درجة حرارة عالية، يتكون بوليمر تبطن به بعض الأجهزة، ويلصق على القماش بديلا للجلد، كما تصنع منه أنواع تشبه الشمواه. ويصنع من لدائن البولى فاينيل الشمعات لتغطية الأرضيات، وتلون بمختلف الألوان، كما تصنع منها حقائب اليد وأسطوانات الفونوغراف، وبعض معاطف المطر، وستائر الحمامات، وبعض المفروشات وخراطيم الحرائق وغيرها. كذلك صنعت منها نعال الأحذية. وتتميز هذه اللدائن بأنه يمكن لحما ولصقها مع غيرها.

وقد تبين من بعض البحوث العلمية والطبية أن كلوريد الفاينيل المستخدم فى تحضير هذه اللدائن له علاقة من نوع ما بمرض سرطان الكبد، ونظرا لأن اللدائن

التي من هذا النوع تحتوى على قدر صغير من هذه المادة، فإنه ينصح بعدم استخدامها فى تعبئة العصار أو تغليف الغذاء. وتصف لدائن الفايثيل بمقاومتها العالية للسحج والبرى، ولهذا فهي تستخدم بديلا للجلد وفى صنع النعال.

دوكو السيارات Duco

كانت السيارات حتى عام ١٩٢٥ تطلّى بأنواع من الطلاءات الزيتية، فلم يكن طلاء الدوكو المستخدم حاليا قد عرف بعد. وكانت مصانع السيارات تنتظر طويلا حتى يجف الطلاء قبل أن تعيد طلائها بطبقة تالية، مما كان يستنفد زمنا طويلا ويؤدى إلى بطة عمليات الإنتاج.

ويعود الفضل فى اكتشاف الدوكو إلى كيميائى يدعى «جون هنرى ستيفنز» كان يعمل فى الشركة المنتجة للسليولويد، فقد أذاب بعضا من التتروسليولوز وخلات السليولوز فى مذيب عضوى يعرف باسم «أستات الأميل»، ثم رش هذا المحلول بضغط الهواء على سطح معدنى، فتطاي المذيب وتبخر فى الهواء، على حين تبتت طبقة متجانسة ولامعة على سطح المعدن.

وقد استخدم محلول الدوكو فى المذيبات العضوية فى طلاء أجنحة الطائرات وأضيفت إليه بعد ذلك مختلف الألوان واستخدم فى طلاء السيارات والأثاثات المعدنية، كما استخدم نوع منه فى تحضير طلاء أظافر السيدات.

وقد تطورت صناعة الدوكو بظهور أنواع جديدة من اللدائن واستخدام مواد مذيبة ومواد ملونة جديدة مثل إسيئات الإثيل والأسيتون وثنائى بيوتيل فثالات وغيرها.

كذلك استخدمت بعض لدائن الألكيد فى طلاء السيارات ثم يعالج السطح المعدنى بالحرارة عن طريق مصابيح تعمل بالأشعة تحت الحمراء، فتصلب طبقة الطلاء وتصبح غير قابلة للذوبان فى أى مذيب، وتعرف هذه الطريقة باسم «طلاء الفرن».

وقد ساعد استعمال الدوكو سريع الجفاف على زيادة سرعة الإنتاج فى مصانع السيارات، كما أعطى هذه السيارات سطحا لامعا يراقا شديد الثبات وسهل التنظيف، ولا يتشقق بمرور الزمن.

الفورمايكا Formica.

عبارة عن طبقة رقيقة من لدائن الميلاين يكسى بها سطح الخشب فتجعله لامعا وعديم المسام ولا يتشرب السوائل، كما تجعله سهل التنظيف ولا يحتاج إلى التلميع من حين لآخر.

وقد استعملت الفورمايكا فى صنع المناضد وأدوات أثاث المطابخ وفى تغطية بعض الجدران فى النوادى وفى القطارات وغيرها. وعادة ما تضاف بعض المواد الملونة إلى سطح الفورمايكا مما يجعلها أكثر رونقا وجمالا.

المواد المضافة لللدائن:

هناك كثير من المواد التى تضاف إلى اللدائن فى أثناء صنعها، وهى ذات فوائد متعددة، فبعضها يعطيها ألوانا زاهية مثل أحمر الكادميوم أو أصفر الكادميوم أو أكسيد التيتانيوم الأبيض، وبعضها الآخر يعمل مزلقا لتسهيل عملية كبس اللدائن فى القوالب. وهناك أيضا مواد مثبتة مثل مركبات بعض الأحماض العضوية مع الباريوم والكادميوم والكالسيوم والزنك، ومواد أخرى تؤخر الحريق أو تمنعه مثل بعض مركبات الفسفور العضوية.

كذلك تضاف مواد مالئة إلى اللدائن لزيادة متانتها وجعلها غير مسامية مع تقليل تكلفتها، ومن أمثلتها دقيق الخشب والميكا وزغب القطن والطفل والسنج. أما المواد الملدنة فهى تضاف إلى اللدائن لزيادة مرونتها وهى مواد متنوعة كثيرة العدد، وقد يصل عددها إلى نحو ٤٠٠ مادة عضوية، ومن أمثلتها فثالات الإيثيل وفثالات البيوتيل وأسيتات الإيثيل وغيرها.

المطاط Rubber:

المطاط الطبيعى عبارة عن نر يخرج من سيقان أشجار خاصة تنمو فى المناطق الحارة، وأهمها أشجار «هيفيا برازيلنس» «Hevea Brazilensis» التى تنمو فى حوض نهر الأمازون بالبرازيل.

وكان أول من شاهد المطاط الطبيعى الرحالة «كريستوفر كولومبس» عندما وصل إلى هايتى عام ١٤٩٣ ورأى بعض الصبية يلعبون بكرة غريبة ترتد من سطح الأرض عند فذقها.

وفي عام ١٥٢١ رأى بعض المستكشفون الأسبان جماعات الوطنيين من أهل المكسيك يستخدمون مادة مرنة مستخرجة من إحدى النباتات، وكان اسمها الوطني «كاو أوتشو» «Cao Achu»، وهى تعنى فى لغتهم «شجرة الدموع»، وذلك لأنهم كانوا يقومون بتشريط لحاء هذه الأشجار فيخرج منها لبن نباتى يجمعهونه فى أوانى خاصة، وقد اشتق الاسم الشائع للمطاط وهو «كاوتشوك» «Caoutchouc» من هذا الاسم الوطنى.

ولم يكن للمطاط أى فائدة معروفة فى ذلك الحين، وإن كان «جوريف بريستلى» الذى اكتشف غاز الأكسجين، قد وجد عام ١٧٦٦، أن المطاط يمحو الكتابة بالبرصاص من على الورق. ولم تكن خواص المطاط تجعله صالحا للاستخدام فى كل الأغراض، فقد كان يلتصق بكثير من المواد، وسريع التآثر بالحرارة ولا يتحمل الإجهاد عند استخدامه فى أشياء تحتاج إلى مرونة عالية.

وفي عام ١٨٢٣ قام شاب أسكتلندى يدعى «تشارلز ماکتوش» Charles Macintosh باستخدام المطاط الطبيعى اللزج فى صنع نسيج لا ينفذ منه الماء، وذلك برش محلول شرايى القوام من المطاط على سطح القماش، ثم تغطيته بطبقة أخرى من القماش نفسه، ولصقهما معا بالضغط.

وكانت هذه هى نقطة البداية فى تصنيع المعاطف الواقية من المطر والتى عرفت فيما بعد باسم «معاطف ماکتوش». ولكن قماش هذه المعاطف فى ذلك الوقت كان سريعا ما يتجعد ويتحول إلى نسيج يابس فى الجو البارد، وتنطلق منه رائحة نفاذة منفرة فى الجلود الدافئ أو الحار.

وكان هناك من يعتقدون فى أهمية المطاط الطبيعى، وأنه من الممكن تحسين خواصه بمعاملته ببعض المواد الكيميائية التى قد تزيد من مرونته وقوة تحمله، وكان من بين هؤلاء الأشخاص رجل يدعى «تشارلز جودير» Charles Goodyear وكان يعتقد أنه يمكن إجراء ذلك بمعالجة المطاط الطبيعى بحمض النتريك، ولكن التجارب التى قام بها فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٣٦ لم تحقق نجاحا يذكر فى هذا الشأن.

ومما يذكر أنه قبل تجارب «جودير» بثلاث سنوات قام رجل هولندي يدعى «فون جيونز» «J. Van Geuns» باستعمال محاليل خاصة تحتوى على الكبريت لتحسين خواص المطاط الطبيعى، ونجح بهذا الأسلوب فى صنع وسائل من المطاط وبعض أنواع من خراطيم الحريق.

كذلك اكتشف رجل يدعى «نثانيال هيوارد» «Nathaniel Hayward» أن خلط المطاط الطبيعى بمسحوق الكبريت وتعرضه لضوء الشمس مدة طويلة، يجعله أكثر ثباتا وأقل التصاقا بالأشياء الأخرى، وقد قام هذا الرجل بتسجيل هذه الطريقة عام ١٨٣٥.

وعندما علم جودير بهذه الطريقة الأخيرة قام على الفور بشراء حقوق تسجيلها، وبدأ فى إجراء تجارب أخرى مماثلة، وقد اكتشف «جودير» أن المطاط يتفاعل مع الكبريت بالتسخين، وتحسن خواصه كثيرا نتيجة لهذا التفاعل، وسجل هذه الطريقة عام ١٨٤٤، وهى الطريقة التى عرفت بعد ذلك باسم «الفلكنة» «Vulcanization». وقد ساعدت هذه الطريقة على إنتاج نوع من المطاط يمكن استعماله فى كثير من الأغراض، ولذلك زاد الطلب على المطاط الطبيعى فى السوق العالمى.

وكانت حكومة البرازيل تضع رقابة مشددة على مزارع أشجار المطاط باعتبارها ثروة قومية، ولهذا كانت تحظر خروج بذور هذه الأشجار من البلاد، يقال أن رجلا إنجليزى الجنسية يدعى «مستر فارس» «Mr. Farris» تمكن عام ١٨٧٣ من أن يهرب من هذه الرقابة وأن يخرج من البرازيل حاملا معه نحو ٢٠٠٠ بذرة من بذور أشجار «الهيڤيا»، وأن يذهب بها إلى إنجلترا. وقد أرسلت هذه البذور بعد ذلك إلى الهند وسيلان ونمت زراعتها هناك، ونمت فيهما بشكل طبيعى بسبب جوهما الحار.

ونظرا لأهمية المطاط فى كثير من الصناعات فقد اتسع البحث عن أشجار أخرى يمكن أن تنتج المطاط، ووجدت أنواع منها مثل أشجار «فونتوميا إيلاستيكا» «funtumia Elastica»، وهى أشجار تنمو فى إفريقيا، وكذلك بعض أشجار التين التى تنمو فى آسيا مثل «فيكس إيلاستيكا» «Ficus Elastica».

وقد انتقلت زراعة شجرة المطاط «هيفيا» إلى الملايو عام ١٩٠٧، ونمت هناك بشكل جيد، وزودت السوق العالمية بنحو ١١٠٠٠ من الأطنان من المطاط عام ١٩١٠.

وقد أنشأ الهولنديون مزارع أخرى لشجرة المطاط في إندونيسيا، وأقام الأمريكيون مزارع مماثلة في ليبيريا، وفعل ذلك أيضا الفرنسيون في الهند الصينية، وقدرت مساحة الأرض المزروعة بأشجار المطاط عام ١٩٧٠ بنحو ١١ مليون فدان.

المطاط الصناعي:

ظل المطاط الطبيعي «المفلكن» دون منافس نحو قرن من الزمان، وانتشر استخدامه بصفة خاصة في إطارات السيارات والجراجات وغيرها من الأغراض.

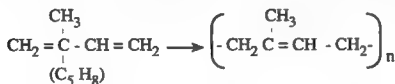
ونظرا للتوسع الصناعي الذي حدث في بعض دول العالم في بداية القرن العشرين، فقد أصبحت كميات المطاط الطبيعي المنتجة من مزارع أشجار «الهيفيا» غير كافية لمقابلة احتياجات مختلف الصناعات، ولذلك كانت هناك حاجة ملحة لاستنباط مادة أخرى مشابهة لها نفس خواص المطاط الطبيعي ويمكن استعمالها بديلا له.

وكانت أولى هذه المحاولات على يد بعض علماء الكيمياء في ألمانيا، فعندما قامت الحرب العالمية الأولى عام ١٩١٤، انقطعت موارد المطاط الطبيعي الآتية من الشرق الأقصى عن ألمانيا، ولهذا شعرت ألمانيا بحاجتها الشديدة لإيجاد بديل لهذا المطاط.

وكان على علماء الكيمياء أن يجدوا أولا تركيب المطاط الطبيعي حتى يستطيعوا القيام بتحضير مادة مشابهة له.

وقد كان العالم الشهير «فاراداي» أول من اكتشف أن المطاط الطبيعي يتكون من عنصرى الكربون والهيدروجين فقط، وأن نسبة وجودهما فيه هي خمس ذرات من الكربون إلى ثمانى ذرات من الهيدروجين، أى أن صيغة المطاط الطبيعي الأولية هي (C_5H_8) .

وقد تم فصل مركب غير مشبع من المطاط بتقطيره، وسمى هذا المركب «أيسوبرين» وتم التعرف عليه عام ١٨٦٠، وأمكن تحويله بعد ذلك إلى بوليمر سمي «بولي أيسوبرين» يشبه المطاط الطبيعي في صفاته.



أيسوبرين

بولي أيسوبرين

وبناء على هذه المعلومات نجح الألمان في أثناء الحرب العالمية الأولى في تحضير نوع من المطاط ببلمرة مركب غير مشبع يعرف باسم «ثنائي ميثيل بيوتاديين»، وأطلق عليه اسم «المطاط المثلثي»، وأنتج منه نحو ١٥٠ طناً في الشهر طوال مدة الحرب العالمية الأولى، ولكن أوقف إنتاجه بعد ذلك لارتفاع تكلفته وعدم صلاحيته للاستعمال في كل الأغراض.

وقد نجحت شركة «باير» الألمانية عام ١٩٣٥ في إنتاج نوعين من المطاط، عرف أولهما باسم «بونا» وهو يحضر ببلمرة مشتركة بين البيوتاديين وبين الاستايرين، وعرف الآخر باسم «بونا N» الذي حضر بالبلمرة المشتركة للبيوتاديين والاكريلونتريل، واستعملت في هذه البلمرة عوامل مساعدة مثل فوق بورات الصوديوم، وبعض فوق الأكاسيد الأخرى.

ويمتاز مطاط «بونا» بعد فلكتته بمقاومته لفعل النار، وعدم تأثره بطول مدة التخزين، وكذلك بمقاومته الكبيرة للبرى والسحج، أما مطاط «بونا N» فيمتاز بمقاومته العالية للتفتاج بزيت البترول ومتجاته، كما يتميز بخواصه العازلة للكهرباء.

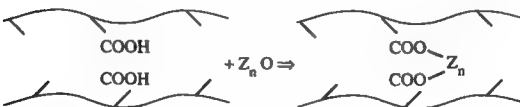
وكانت البحوث الخاصة بالمطاط الصناعي تجرى كذلك في الولايات المتحدة الأمريكية، وفي عام ١٩٣٢ قامت شركة «ديون» الأمريكية بإنتاج نوع جديد من المطاط الصناعي أطلق عليه اسم «نيوبرين»، وتم تحضيره ببلمرة مادة شبيهة بالأيسوبرين الذي يتكون منه المطاط الطبيعي، وتسمى كلوروبيوتاديين، حيث حلت فيها ذرة كلور محل مجموعة الميثيل في جزئ الأيسوبرين.

وقد أنتج من هذا المطاط كميّات لأبّاس بها، وهو يمتاز بمقاومته العالية للتأكسد ولفعل الزيوت، كما أنه لا يتأثر بالمواد الكيميائية ولا بالحرارة أو بطول مدة التخزين.

كذلك تم إنتاج نوع آخر من المطاط الصناعي في الولايات المتحدة بالبلمرة المشتركة لليوتاديين مع غيره من المركبات غير المشبعة مثل مركبات الفايثيل وغيرها. ولا يعرف على وجه التحديد الدور الذي يلعبه الكبريت في تحسين خواص المطاط في العملية المعروفة باسم «الفلكنة». ومن المعتقد أن الكبريت يكون معابرا بين سلاسل المطاط في الأمكنة التي توجد بها الروابط غير المشبعة، ويساعد بذلك على ربط هذه السلاسل معا. كذلك قد يساعد الكبريت في زيادة بلمرة ما قد يكون بالمطاط من سلاسل قصيرة مما يساعد على زيادة صلابة المطاط وزيادة ثباته تجاه مختلف العوامل.

ولا تشبه بعض أنواع المطاط الصناعي في تركيبها للمطاط الطبيعي إلا بشكل تقريبي، ولذلك تختلف عمليات الفلكنة من حالة إلى أخرى، فعلى حين يستخدم الكبريت أو بعض مركباته، لفلكنة المطاط الطبيعي، تستخدم مواد أخرى لفلكنة الأنواع الجديدة من المطاط الصناعي.

ومثال ذلك أن المطاط الصناعي الناتج من البلمرة المشتركة بين البيوتاديين وحمض الأكريليك، تحتوي سلاسل البولييمر فيه على مجموعات الكربوكسيل الحمضية التي تمثل مجموعات جانبية على طول هذه السلاسل، ولذلك تتم عملية فلكنة هذا المطاط بمعاملته بأكسيد الزنك لتكوين ملح مع كل مجموعتين متقابلتين من مجموعات الكربوكسيل مما يساعد على ربط سلاسل البولييمر معا ويعطيه مرونة عالية.



بوليمر البيوتاديين وحمض الأكريليك الذي توجد

به مجموعات كربوكسيل جانبية

ممبر من الزنك يربط بين مجموعات

الكربوكسيل في سلاسل البولييمر المتجاورة

وعادة ما تضاف مواد مألوفة للمطاط لزيادة صلابته وزيادة قوة تحمله، مثل سناج الكربون الذى يضاف إلى مطاط إطارات السيارات والشاحنات، مما يزيد من قوة تحملها للبرى والسحب. كذلك قد تستعمل بعض السليكات ذات اللون الأبيض إذا أريد الاحتفاظ بلون المطاط.

وهناك مركبات كيميائية أخرى لها خواص مشابهة للمطاط، مثل المطاط الناتج من تفاعل ثنائي كلوروإيثان مع بولى كبريتيد الصوديوم. وقد أنتجت هذه المادة عام ١٩٣٠ تحت اسم «ثيوكول» «Thiokol» فى الولايات المتحدة. كذلك حضرت مواد أخرى مشابهة لها فى الخواص، ومنها ما يحضر على هيئة مستحلب مائى لاستخدامها فى تكوين طبقة واقية على سطح الفلزات أو الخشب أو الأسمنت، وقد تحضر على هيئة مطاط شديد التحمل ويقاوم فعل الزيوت وغيرها من المواد الكيميائية.

وهكذا نجد أن الكيمياء قد ساهمت بشكل فعال فى سد احتياجات السوق العالمى ومختلف الصناعات بتقديمها لأنواع متعددة ومتغيرة الخواص من المطاط الصناعى شديد الاحتمال، مثل مطاط التترايل والإثيلين بروبيلين، والمطاط الفلورى والمطاط الحرارى والمطاط الرغوى وغيرها، وتستعمل هذه الأنواع المختلفة من المطاط فى مختلف الأغراض، كما فى صناعة إطارات السيارات والأشرطة والسيور والحفائب والأحذية والأرضيات والإسفنج الصناعى وما إليها.

الصابون والمنظفات الصناعية والشامبو:

الصابون:

كان الحيشيون من سكان آسيا الصغرى يستعملون رماد النباتات فى تنظيف أيديهم، كما كان السومريون فى «أور» وكذلك المصريون القدماء يحضرون بعض المحاليل القلوية المستخلصة من النباتات ويستعملونها فى أغراض مشابهة.

وكانت هذه المواد تقوم مقام الصابون فيما مضى، ولكن الصابون الذى نعرفه اليوم لم يظهر إلا على يد الفينيقيين منذ نحو ٦٠٠ سنة قبل الميلاد، وكانوا

يصنعونه بتسخين دهن الماعز مع رماد بعض النباتات في وجود بعض الماء، وعندما يبرد هذا الخليط يتحول إلى كتلة شمعية الملمس تشبه الصابون الذي نعرفه اليوم إلى حد كبير.

وقد انتقلت هذه الطريقة بواسطة البحارة الفينيقيين إلى الإغريق والرومان، ثم انتقلت بعد ذلك إلى كثير من الأقطار الأخرى، وازدهرت بصفة خاصة في فينيسيا. وقد توقفت صناعة الصابون مدة من الزمن في العصور الوسطى في أوروبا عندما قررت الكنيسة أن تعرية الجسم عمل محرم حتى ولو كان بغرض الاستحمام.

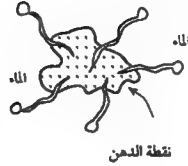
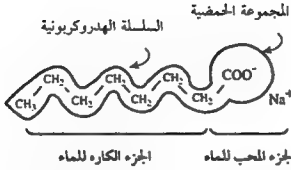
وقد تطورت صناعة الصابون بعد ذلك، وأضيفت إليه إضافات أخرى لتجعله جامدا، ومن المعتقد أن العرب هم أول من صنع هذا الصابون الجامد، وكان ينتج في منطقة الشام، في نابلس وحلب ودمشق ويصدر منها إلى الأقطار الأخرى، ثم انتشرت صناعته بعد ذلك في أوروبا وأضيفت إليه مواد مائلة مثل الطلق ومسحوق الحجر الخفاف، كما أضيفت إليه بعض المواد الملونة والعطور التي ترضى كل الأذواق.

وقد وصف «داود الأنطاكي» صناعة الصابون من زيت الزيتون والقلى، وكذلك فعل «أبو بكر الرازي» الذي وصف أيضا فصل الجلسرين في هذه العملية التي سميت فيما بعد باسم «التصين».

→ والصابون في أبسط صوره عبارة عن ملح الصوديوم أو البوتاسيوم لبعض الأحماض العضوية طويلة السلسلة مثل حمض البلمتيك أو حمض الإستاريك، ولذلك نجد أن جزيئات الصابون بها جزء محب للماء، وهو الجزء المحتوى على مجموعة الكربوكسيل، وبها جزء كاره للماء وهو الجزء الذي يتكون من السلسلة الهيدروكربونية للحمض.

والطريقة التي يعمل بها الصابون تعتمد بصفة عامة على هذه الصفات المحبة والكارهة للماء، فالجزء الهيدروكربوني الكاره للماء يمتص في غشاء الدهون والأوساخ التي تنتشر على سطح النسيج، على حين يبقى الجزء المحب للماء مغمورا في الماء، وعند إمرار تيار من الماء في أثناء الغسل تحمل سلاسل الصابون هذه الأوساخ معها.

المجموعة الحمضية



وفقد الصابون قدرته على التنظيف في الماء العسر، أى الماء الذى يحتوى على أملاح الكالسيوم والمغنسيوم، لأنه يكون معها راسبا لا يذوب فى الماء.

المنظفات الصناعية:

حاول علماء الكيمياء إيجاد مواد جديدة لها فعل الصابون وقدرته على التنظيف، وقد لاحظ أحد الباحثين الألمان ويدعى «كرافت» أن بعض الأحماض العضوية أو غير العضوية، عندما تتفاعل مع الكحولات الأليفاتية طويلة السلسلة، تعطى مواد تكون رغوة فى الماء.

وعندما قامت الحرب العالمية الأولى حدث نقص شديد فى ألمانيا فى الزيوت والدهون المستعملة فى صنع الصابون، وتذكر الكيميائيون التجربة التى قام بها «كرافت»، مما دفعهم إلى مزيد من البحث فى هذا المجال، وتمكنوا من صنع أول منظف صناعى عرف باسم «نكال» «Nekal»، ولم يمض عام ١٩٣٠ إلا وكانت معظم الدول الصناعية تقوم بصنع أنواع مختلفة من هذه المنظفات.

وأول منظف صناعى استعمل على مستوى العالم فى آلات الغسيل عرف باسم «تايد» «Tide» عام ١٩٤٦، وما زال مستعملا حتى الآن. وتتميز هذه المنظفات الصناعية بأنها لا تكون راسبا مع أيونات الكالسيوم أو المغنسيوم، ولذلك يمكن استعمالها فى الماء العسر المحتوى على هذه الأيونات.

٢- والمنظفات الصناعية المعروفة حاليا عبارة عن أملاح الصوديوم لبعض الأحماض السلفونية طويلة السلسلة، مثل سلفونات الكيل البنزين التي تحضر بتفاعل هاليد الكيل طويل السلسلة مع البنزين ثم معالجة الناتج بحمض الكبريتيك.

وتنقسم المنظفات الصناعية إلى قسمين طبقا لقابليتها للتحلل الحيوى بواسطة البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى، وتعرف المنظفات التي تتحلل سريعا بواسطة هذه الكائنات إلى مواد بسيطة لا تسبب أضرارا للبيئة باسم «المنظفات اليسرة» «Soft Detergents»، أما المنظفات شديدة الثبات فتعرف باسم «المنظفات العسرة» «Hard Detergents» وهى تسبب كثيرا من الأضرار للكائنات الحية التى تعيش فى الماء.

ويمكن تقسيم المنظفات كذلك إلى ثلاثة أنواع طبقا لتركيبها، فيعرف بعضها باسم المنظفات الأنيونية Anionic وهى تحمل شحنة سالبة فى الماء مثل الصابون وسلفونات الكيل بنزين، وكبريتات الكحوليات الأليفاتية طويلة السلسلة، ويعرف بعضها الآخر باسم المنظفات الكاتيونية Cationic، وهى تحمل شحنة موجبة مثل أملاح الامونيوم الرباعية المتصلة بسلسلة هيدروكربونية طويلة بها نحو ١٢-١٨ ذرة من ذرات الكربون. أما النوع الثالث فهى المنظفات غير المتأينة Nonionic مثل إيتوكسيلات الكحوليات، وإيثوكسيلات الكيل الفينول، وإسترات الأحماض الدهنية، وبعض البولى جليكولات.

والمنظفات المستعملة حاليا عبارة عن خليط من عدة مواد، فبجانب المادة التى تساعد على التنظيف، تضاف إليها مواد مساعدة أخرى تخدم كثيرا من الأغراض فى عملية التنظيف، فهناك مثلا إضافات تساعد على التنظيف مثل البولى فوسفات، أو حمض ترولو أستيك، أو الزيوليت، أو السترات، وهناك كذلك إضافات تساعد على التبييض مثل فوق البورات وفوق الكربونات، ورباعى أسيتات إيثيلين ثنائى الامين «EDTA»، وإضافات قلوية مثل الصودا والسليكات، ومواد تمنع الترسيب مثل كربوكسى مثيل سليولوز أو البولى كربوكسيلات، ومواد لوقاية

النسيج مثل الفوسفونات، وأخرى لمنع الرغوة مثل السليكونات، بالإضافة إلى بعض الإنزيمات وبعض المواد المزهية «Brightners» التي تساعد على إظهار الألوان وزيادة بياض النسيج وبعض العطور التي يبقى أثرها في النسيج.

وتعتبر شركة «أ. ج. فارين» الألمانية «I.G.Farben» أول شركة تسجل ابتكار إضافة المواد المزهية إلى المنظفات، وهذه المواد من مشتقات المركب العضوي «الإستلين» وتتميز بخواصها الفلورية، وهي تتوهج بلون أزرق باهت عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية فتبدو الألوان زاهية وأكثر نظافة، كما أنها تزيل أى صفرة في لون النسيج الأبيض.

وتستهلك الدول الصناعية كل عام كميات هائلة من المنظفات، وتستعملها في كثير من الأغراض، وأكثر الدول استهلاكاً للصابون والمنظفات هي الولايات المتحدة ثم سويسرا ثم ألمانيا بالنسبة للفرد.

الشامبو Shampoo

يستعمل الشامبو في إزالة الزيوت التي تفرزها قشرة الرأس، ولا يصلح الصابون لإزالة هذه الزيوت وما يتعلق بها من غبار، وذلك لأن الصابون نفسه يترك راسبا خفيفا على سطح الشعر؛ لأنه يتفاعل مع الأملاح والأحماض الموجودة طبيعيا في الماء ويكون معها رواسب لا تقبل الذوبان. وكثيرا ما نلاحظ هذه الرواسب على حافة الأكواب وعلى بعض الملابس، وهي تعطى لونا أصفر للملابس عند كيها على درجة حرارة عالية. وعندما توجد هذه الرواسب على سطح الشعر تفقده لمعته وجماله الطبيعي.

وقد كان المصريون القدماء ينظفون شعورهم بالماء وعصير الليمون مع بضع قطرات من العطر، واستعمل في أوروبا في أواخر العصور الوسطى محلول ساخن من الصابون في الماء مع قليل من الصودا. وقد ظهرت كلمة شامبو في إنجلترا في أول الأمر، وهي كلمة هندية تعني التدليك، ولكن الإنجليز استخدموها تفاخرا منهم دليلا على علو نفوذهم الطبقي والسياسي.

وقد ظهر أول شامبو حقيقى من نوع المنظفات الصناعية عام ١٨٩٠، وتم بيعه فى الأسواق بعد الحرب العالمية الأولى، ثم ازدهرت صناعة الشامبو بعد ذلك ازدهارا كبيرا فى كثير من الدول، وصنعت منه أنواع أخرى بها كثير من الإضافات، مثل الفيتامينات والعطور وغيرها.

أثر المنظفات الصناعية على البيئة:

تحدث المنظفات الصناعية التى تحملها مياه الصرف والغسيل معها إلى المجارى المائية ضررا كبيرا للبيئة، وخاصة تلك المنظفات المعروفة باسم المنظفات العسرة والتى يصعب تحللها بواسطة البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى.

وتبلغ سمية «سلفونات الكيل بترين»، وهى أكثر المنظفات المستخدمة على مستوى العالم نحو ٣٠٠ مج / لتر بالنسبة للطحالب، وأقل من ذلك بالنسبة للأسماك، ولكنها لا تمثل خطرا كبيرا على مياه الشرب. ولكن بعض المنظفات الأخرى مثل «إيثوكسيلات نونيل الفينول» تعطى الفينول عند تحللها حيويًا، ولذلك تصل الجرعة المميتة منها (وهى الجرعة التى تكفى لقتل ٥٠ ٪ من الكائنات التى تتعرض لها ويعبر عنها LD₅₀)، إلى نحو ٠,٠٠٢ مج / لتر بالنسبة للطحالب وهى سمية عالية جدا ولهذا يفضل عدم استخدامها.

ويعتبر الفوسفات من أخطر المواد التى توجد بالمنظفات الصناعية، فعندما تتسرب مياه الغسيل إلى المياه الجوفية، وإلى الأنهار والبحيرات قد تحدث ظاهرة تعرف باسم ظاهرة «التثبيغ الغذائى» وخاصة فى البحيرات المغلقة Eutrophication فتنتشر فى مياهها الطحالب الدقيقة وتنمو بها نموا هائلا يودى إلى نقص الأكسجين الذائب فى الماء، وإلى استبدال البكتريا الهوائية بأخرى لاهوائية تستهلك الغذاء وتنتج التوكسينات والميثان والنشادر، وأحيانا كبريتيد الهيدروجين، فتموت الأسماك والقشريات وتصبح المياه غير صالحة للشرب أو للزراعة أو الملاحه.

وقد قامت بعض الدول بمنع استخدام الفوسفات فى المنظفات الصناعية بعد أن تبين أن نحو ٤٠ ٪ من الفوسفات التى ترد إلى البحيرات فى أوروبا يأتى عن طريق المنظفات الصناعية، واستبدلت الفوسفات بمواد أخرى مثل السترات أو حمض تترولوترأى أسيتيك أو الزيوليت أو رباعى أسيتات إيثيلين ثنائى الأمين .

وتقدر كمية المنظف الصناعى الخارج من مياه الغسيل بنحو ١٠-٢٠مجم/لتر، ولكن هذه الكمية يتم تخفيفها فى مياه المجارى الطبيعية إلى نحو ألف مرة قبل دخول المياه إلى محطات تنقية المياه، ولكن إلقاء مياه الغسيل فى الأرض (المياه الجوفية) أو فى البحيرات المغلقة صغيرة الحجم يؤدى عادة إلى الأضرار التى سبق ذكرها.



الباب التاسع

دور الكيمياء فى مجال الدواء

- المواد المطهرة

- المسكنات والمهدئات ومواد التخدير

- المواد المنبهة

- مركبات السلفا

- المضادات الحيوية

- مضادات الملاريا

- انتصارات أخرى للكيمياء فى مجال الدواء



يعتبر «بول إيرليش» الباحث الألماني، من رواد الباحثين عن الكيمائيات التي قد يكون لها أثر في شفاء بعض الأمراض.

وقد لعبت الكيمياء دورا هاما في توفير كثير من الأسلحة التي استطاع الإنسان بها أن يتغلب على كثير من مسببات الأمراض، وأن يبتكر عديدا من المواد الكيميائية المسكنة للألام، والمخدرة والمنومة والمضادات الحيوية وغيرها مما ساعد على تحسين صحته وجمل حياته أكثر يسرا وأمانا.

المواد المطهرة:

اكتشفت الخاصية المطهرة للفينول بواسطة «ليستر» عام ١٨٦٧، وقد وجد فيما بعد أن أغلب الفينولات ومشتقاتها الهالوجينية، أو التي تحتوي على مجموعات النترو مثل حمض البكريك لها نفس الخاصية المطهرة، كذلك تبين أن مشتقات الفينول الهالوجينية ذات الحجم الجزيئي الكبير مثل «هكسا كلوروفين»، أقل سمية وأكثر أمانا عند استعمالها في تطهير الجروح، وقد أضيفت هذه المادة إلى الصابون ووضعت في بعض مستحضرات التجميل، ولكنها تعتبر ضارة عند استعمالها زمنا طويلا.

كذلك استعملت مشتقات الزايلينول مثل مركب «الدينول» وهو «ثنائي كلوروميثازايلينول» الذي اكتشفت خواصه المطهرة عام ١٩٥٢، كما استعملت طائفة أخرى من المواد المطهرة التي تنتمي إلى عائلة الأصباغ، مثل «الأخضر الزاهي» و«بنفسجي جنشيان». وقد استعملت بعض مشتقات الأكرديدين مثل «البروفلافين» في علاج الجروح وتطهير الجلد.

وقد استعملت بعض المواد الكيميائية لتنقية الهواء وتعقيمه، مثل «جليكول الإيثيلين» و«أكسيد الإيثيلين»، واستعمل الفورمالدهيد لإخماد نشاط الفيروسات وقد فعل ذلك «سولك» عند تحضير لقاح شلل الأطفال. وقد استخدمت بعض المركبات مثل «ثنائي كلوروفين» لحفظ الأنسجة القطنية، كما استخدمت «نافثيات النحاس» أو الزنك في حفظ الأخشاب من البكتريا والفطريات، وكذلك في حفظ أوراق الكرتون.

المسكنات والمهدئات ومواد التخدير:

تتخذ المواد التي تزيل الآلام عدة أشكال، فمنها ما قد يسكن الألم مثل الآم الأسنان أو الصداع، وتعرف بالمسكنات، ومنها ما يهدئ الأعصاب مثل المواد المقترة والمهدئة، ومنها ما ينبه الأعصاب مثل المواد المنبهة، أو يسبب النوم مثل المواد المنومة، كما أن بعضها قد يمنع الإحساس عن جزء من الجسم وتعرف بمواد التخدير الموضعي أو قد تمنع الإحساس بالألم عن الجسم كله وتعرف باسم مواد التخدير العام.

المسكنات:

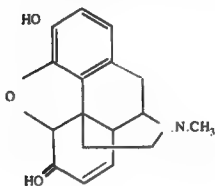
يعتبر الأسبرين من أهم المسكنات، ومن أكثر الأدوية استعمالاً في العالم، ولا يسبقه في ذلك إلا الكحول في المشروبات الروحية، والكافيين في كل من القهوة والشاي، والنيكوتين في أوراق الدخان.

والاسم العلمي للأسبرين هو «حمض أسيتيل ساليسليك» ولكن شركة «باير» الألمانية اشتقت اسمه الذي اشتهر به من كلمة «Spisaur» الألمانية التي تعني حمض الساليسليك. وقد استخدمت قشور شجر الصفصاف التي تحتوى على حمض الساليسليك منذ عام ١٧٦٣ في علاج أعراض الملاريا، ثم حضر منها حمض الساليسليك عام ١٨٣٨ الذي استخدم بعد ذلك في علاج النقرس والتهاب المفاصل وآلام الصداع وغيرها، ولكن كثيراً من المرضى امتنعوا عن استعماله هو وملحه الصوديومي بسبب طعمه غير المستساغ.

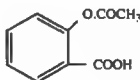
وقد قام العالمى الألماني «جير هارد» Gerhardt عام ١٨٥٣ باستبدال ذرة الهيدروجين في مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة «أسيتيل» فتحول بذلك حمض الساليسليك إلى الأسبرين وقامت شركة «باير» بإنتاجه منذ ذلك الحين.

وبالإضافة إلى الخواص المسكنة للأسبرين، فهو يساعد على خفض درجة حرارة الجسم، وينصح الأطباء بعدم ابتلاع أقراص الأسبرين كاملة حرصاً على سلامة الغشاء المخاطى للمعدة، ولذلك تصنع منه حالياً أقراص سهلة التفكك وسريعة الذوبان.

وهناك مركبات أخرى تساعد على خفض درجة حرارة الجسم مثل «الإستيغانيليد» الذى يعرف كذلك باسم «أنتيفيرين»، ومثل «الأنتيبايرين» و«باراسيتامول» وغيرها من المواد الكيميائية التى تباع حاليا فى الصيدليات.



المورفين



حمض إسميتيل ساليسليك «الأسبرين»

وهناك مجموعة أخرى من قلوانيات الأفيون تتصف بخواصها المسكنة للآلام ولكن ليس لها أثر فى خفض حرارة الجسم، ومن أمثلتها «المورفين» و«الكوداين» و«الثياين». وتدل كتابات المصريين القدماء والبابليين على أنهم قد عرفوا بعض المشتقات المحضرة من الأفيون واستخدموها فى إزالة الآلام، كذلك اعتبر كل من «ديسقوريدس» و«جالينوس» من أطباء الإغريق، أن الأفيون يسكن كل الآلام، ويزيل كل الغضب والأحزان!

ويتيح الأفيون من نبات الخشخاش بإحداث شق فى الكبسولة المحتوية على البلور، فيخرج منها نر كالمطاط يحتوى على نحو عشرين قلوانيا أهمها المورفين، وتمكن الكيميائيون من معرفة تركيبه الكيميائى وقاموا بعد ذلك بتحضير عدد آخر من المسكنات قريبة الشبه منه مثل «البثيدن» و«الديمارول» وغيرها. كذلك نجحوا فى تحضير مسكنات تخليقية لا تنتمى فى تركيبها إلى المورفين، مثل «الميثادون» و«الفينازوسين»، ولكن أغلب هذه المواد، بجانب أثرها المسكن، فهى تقلل من سرعة التنفس وتؤدى إلى الإدمان.

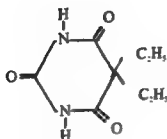
المواد المهدئة والنومة:

الهدف من استعمال المواد النومة «Tranquilizers» والمواد المهدئة «Sedatives» هو أنها تجعلنا أقل استجابة للمؤثرات، أو تجعلنا أكثر بطئا فى عواطفنا، وهى توصف عادة للشخص المتوتر الذى قد لا يستطيع أن يعمل أو ينام بسبب التوتر الشديد.

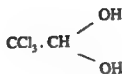
وقد صنع الكيميائيون عددا كبيرا من هذه المواد، ومنها مجموعة المورفين مثل «الهروين» و«الديمارول» و«الميثادبون» ولكنها مواد تسبب الإدمان، ثم صنعوا حبوبا نومة من مادة تعرف باسم «ميثاكوالون»، ولكن المدمنين سريريا ما استعملوها بدلا من الهروين. وقد استخدم عقار «مبيرومات» فى أمريكا عام ١٩٥٠، ثم حضر مشابه له فى فرنسا تحت اسم «كلورو برومازين»، واستخدم كلاهما فى علاج الحالات النفسية وفى تهدئة الأعصاب. كذلك أنتج عقار «السياسيل» فى سويسرا بواسطة شركة «سيبا» عام ١٩٥٢ وهو يصلح كذلك لعلاج حالات الانشطار فى الشخصية.

وتعرف المواد التى تؤثر على المراكز العليا فى المخ وتسبب النوم، ولكنها لا تسبب التخدير السريع، باسم المواد النومة، ومن أمثلتها «هدرات الكلورال»، وهى تسبب النوم وليست لها آثار مسكنة، وكذلك مركب «كلور بيوتول» وهو ثلاثى كلورو كحول البيوتيل الثلاثى وهو أقل ضررا من هدرات الكلورال وليست له آثار جانبية.

وتعد «البريتيورات» من أهم المواد النومة ويمكن استخدامها كمواد مسكرة ويتشتر استعمالها فى كل أنحاء العالم، ويقدر أن الشعب الأمريكى يستهلك منها نحو أربعة ملايين جرعة فى العام.



هيريونال = باريتيال



هدرات الكلورال

وأول من حضر هذه المواد هو «أدولف فون باير» عام ١٨٦٤، إلا أن أثرها الطبي لم يعرف إلا عام ١٩٠٣ عندما اكتشف أن مركب «ثنائي إثيل باريتيوريك» يتسبب في نوم الكلاب، وأطلق على هذا المركب اسم «فيرونال» نسبة إلى مدينة «فيرونا» التي تم بها هذا الاكتشاف كما عرف أيضا باسم «باريتيال».

ويمكن اعتبار مثل هذ المواد مثل «الفيريونال» و«الفينوباريتيال» على أنها مواد مفعرة أو مهدئة عند استعمالها بكميات قليلة، لأنها تقلل من التوتر، ولكن زيادة الجرعة تؤدي إلى النوم. كذلك قد تؤدي الجرعة الكبيرة منها إلى التخدير ومنع حركة العضلات ولذلك تستخدم أحيانا في العمليات الجراحية فهي سريعة المفعول وتؤدي إلى الغيبوبة في بضع لحظات. وقد حضر من هذه المواد مثبات مختلفة الأنواع اشتهر منها «الأميتال» و«السيكونال» وغيرها.

مواد التخدير الموضعي والتخدير العام:

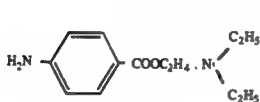
تتميز بعض هذه المواد بأنها تمنع الإحساس بالألم عن الجسم كله وتؤدي إلى دخول الفرد في غيبوبة كاملة، وتعرف باسم مواد التخدير العام، على حين أن بعضها الآخر يمنع الإحساس بالألم عن جزء من الجسم فقط، وتعرف باسم مواد التخدير الموضعي.

والأثير والكلورفورم من أولى المواد التي استخدمت في التخدير، ولكن حضرت بعد ذلك مواد جديدة مثل «ثنائي فاينيل إثير»، و«البروبان الحلقي»

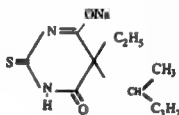
و«كلوريد الإيثيل» و«ثلاثي كلوروايثيلين» وغيرها، ولكل منها عيوبه ومزاياه، فمنها ما هو سام أو لا يمكن استخدامه إلا لمدة قصيرة، كما أن بعضها سريع الاشتعال.

ويعرف حالياً أكثر من ألفين من هذه المركبات التي قام الكيميائيون بتخليقها في المعامل نذكر منها مركب «البتوتال» ويعرف كذلك باسم «بتوتال صوديوم»، وهو سريع المفعول ولا يحتاج إلى أجهزة خاصة لاستخدامه، كما لا يوجد هناك خطر من اشتعاله، بالإضافة إلى أنه لا يسبب الشعور بالاختناق أو أية متاعب للجهاز التنفسي. وأهم عيوب البتوتال أنه يؤدي إلى تذكر الأحداث الماضية المخزنة في ذاكرة الإنسان ويساعد على إفشاء هذه الأسرار، ولذلك سمي «بمقار الحقيقة» واستعملته الجيوش في أثناء الحروب لاستجواب الأسرى.

كذلك هناك بعض مشتقات حمض «بارا أمينوبنزويك» التي تصلح في التخدير مثل مركب «البروكين» الذي يعرف كذلك باسم «النوفوكين»، و«الميثوكين» وغيرها، وهي أقل سمية من غيرها ولا تسبب الإدمان.



البروكين = النوفوكين

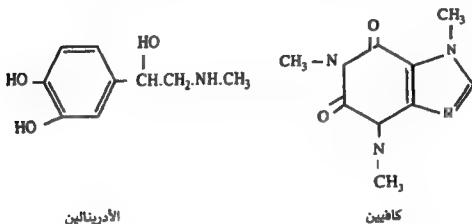


بتوتال صوديوم

المواد المنبهة Stimulants:

أهم المواد المنبهة للجهاز العصبي المركزي، هي بعض المركبات التي توجد في القهوة والشاي، والكوكا وغيرها. وقد تناول الإنسان هذه المشروبات منذ زمن بعيد، وقبل أن يعرف الكيميائيون تركيب محتوياتها.

ومن أشهر هذه المواد «الكافيين» وهو يوجد في البن وفي الشاي مع مادة أخرى تعرف باسم «ثيوفيلين»، كذلك تحتوي بذور الكوكا على مادة مشابهة تعرف باسم «ثيوبرومين» وتحتوي بذور الكولا على كل من «الكافيين» و«الثيوبرومين».



وهناك قلوانيات مثل البروسين والإستريكنين وقد اعتبرت خطأ على أنها مواد منبهة لأنها إذا أخذت بكميات صغيرة جدا تنشط الدورة الدموية وتفتح الشهية ولكنها مواد سامة شديدة الخطر.

وبعض المواد الأخرى مثل «الأدرينالين» تنبه الجهاز العصبي الذي يتحكم في العضلات اللاإرادية، مثل عضلات القلب وجدار الأمعاء، والأدوية المعروفة من هذا النوع، مثل الأفيديرين يشبه الأدرينالين في تركيبه ويقوم بإزالة الإنزيم المحلل للأدرينالين.

وقد ظهر «الأفيديرين» خلال الحرب العالمية الثانية، ثم حضرت مواد أخرى مشابهة له مثل «الأمفيتامين» وهو يسبب تنبها عاما وإحساسا بالانتعاش، ويقلل من الإحساس بالتعب، ومثل البريلودين والريتالين وغيرها.

وهذه المواد المنبهة تجعلنا أسرع استجابة للمؤثرات، وهي لا تعطى طاقة ولكنها تجعلنا نستعمل طاقتنا بشكل أسرع، وهي تزيد من دقات القلب وترفع ضغط الدم مما قد يؤدي أحيانا إلى حدوث نزيف في المخ وخاصة عند من يتعاطى

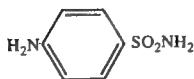
منها جرعات أكبر مما يصفه الطبيب، كما يجعل من يتعاطاها يسيء الحكم على الأشياء وقد يرتكب بعض أعمال العنف.

ويمكن اعتبار الحشيش والماريجوانا من المواد المنبهة. فهي تحدث الإحساس بالبهجة والسرور مدة قصيرة من الزمان ولكن استمرار تعاطيها يسبب أضرارا كثيرة للجسم. وقد فصل الكيميائيون مادة «رباعي هيدروكنا بينول» من الماريجوانا، ووجد أن هذه المادة تسبب الهلوسة مثل مركب (LSD) وقد تصيب الكبد ببعض الأضرار كما قد تتحد مع الأحماض النووية الموجودة بنواة الخلية.

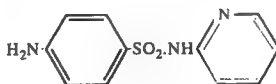
مركبات السلفا:

اكتشف مصادفة عام ١٩٣٠، أن الصبغة الحمراء المعروفة باسم «البرونوريل» لها أثر مضاد للبكتريا. وقد تبين بعد ذلك أن مركب «السلفانيلاميد» له نفس الأثر، وأن مجموعة السلفوناميد ($\text{SO}_2\text{-NH}_2$) هي المجموعة النشطة والمسئولة عن قتل الجراثيم. وقد استخدم مركب السلفانيلاميد بعد ذلك في علاج الحميات والالتهاب الرئوي وحمى النفاس وغير ذلك من الأمراض التي كان يصعب علاجها من قبل حتى أنه عرف باسم الدواء المعجزة.

وقد دفع هذا الاكتشاف كثيرا من الكيميائيين إلى تحضير آلاف من المركبات المشابهة واختبارها، ولكن عددا قليلا فقط من هذه المركبات التي عرفت باسم مركبات السلفا، كان له الأثر المطلوب. وأول هذه المركبات التي استعملت في العلاج هو مركب «سلفا بيريدين» الذي حضرته شركة ماى أند بيكر بإنجلترا.



سلفا نيلاميد



سلفا بيريدين

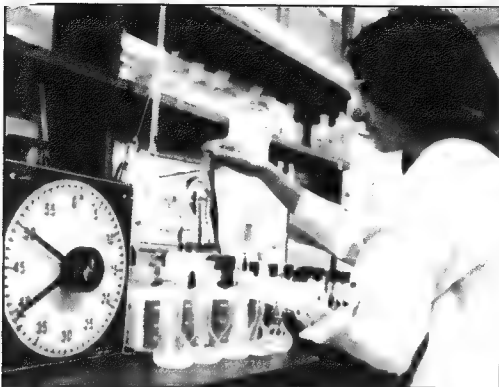
وقد استعملت بعد ذلك فى العلاج أعداد كبيرة من مركبات السلفا، من أشهرها «سلفا ثيازول» و«سلفا ديميدين» و«سلفا ديازين» وغيرها، التى استخدمت فى علاج الحميات وكذلك «سلفا جواتدين» و«سلفا سكسدين» التى استعملت فى علاج الإصابات المعوية.

وتعتبر هذه المركبات منخفضة السمية، وجرت العادة على استعمال خليط منها حتى لا تتبلور فى الكلى وتؤثر عليها. وقد استخدمت هذه المركبات فى أثناء الحرب العالمية الثانية وكانت ترش على الجروح لقتل الجراثيم، واعتبرت من أهم مضادات البكتريا حتى ظهرت مجموعة أخرى من المركبات عرفت باسم المضادات الحيوية.

المضادات الحيوية:

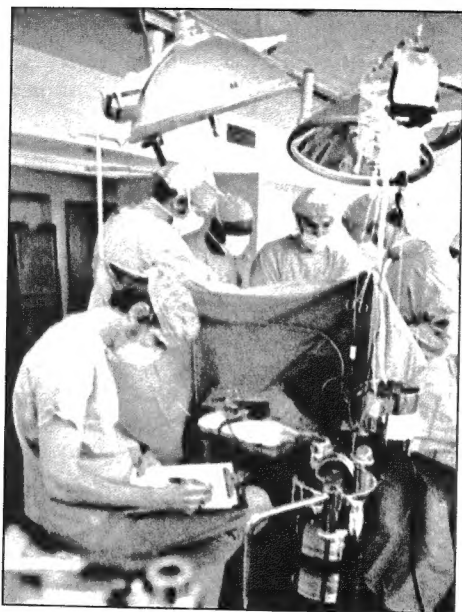
اكتشف أول مركبات هذه المجموعة وهو «البنسليين» صدفة بواسطة «سير ألكسندر فليمنج» بإنجلترا عام ١٩٢٨ عندما لاحظ أن فطر بنسليوم نوتاتوم يفرز مادة تمنع نمو كثير من البكتريا المسببة للأمراض. وفى عام ١٩٤١ استخدمه كل من «فلورى وتشين» فى العلاج وثبتت صحاحته فى هذا المجال لمقاومة كثير من أنواع البكتريا المعروفة باسم «جرام الموجية»، ثم استخدم عام ١٩٤٥ فى علاج كثير من المصابين بعدوى الجروح فى أثناء الحرب، مما أنقذ كثيرا من الأرواح فى ذلك الحين. وكان البنسلين ينتج من الفطر أول الأمر على هيئة مستخلص يمكن تنقيته، ثم أمكن بعد ذلك تركيب مشابهات له فى المعامل الكيميائية ويمكن تعاطيها عن طريق الفم بدلا من الحقن مثل الأميسلين والأموكسى سلين وغيرها.

وسرعان ما اكتشف العلماء مضادات أخرى جديدة من بينها «الإستربتومييسين» الذى يفصل من كائن دقيق فى التربة وتم فصله لأول مرة بواسطة «واكسمان وشاتز» فى الولايات المتحدة عام ١٩٤٣، ووجد أنه يصلح لعلاج مرض السل وبعض الأمراض الأخرى، ثم تبين أن مركب ثانى «هدروستربتومييسين» له نفس الأثر وأقل منه سمية. وقد نجح هذا العقار مع كل



من حمض «أمينو ساليسيليك» وهدرازيد حمض «النيكوتيك» وهى مركبات كيميائية تخضر فى المعامل، وتستخدم فى مكافحة مرض السل الخبيث على مستوى العالم.

وقد عرفت بعد ذلك بعض المضادات الحيوية الأخرى مثل «الكلورومايسين» وقد حضر بطرق كيميائية بواسطة «بول بيركهولدر» عام ١٩٤٧، واستعمل فى علاج التيفود وبعض الإصابات المعوية. وفى عام ١٩٤٨ اكتشف «الأوريومايسين» واستخدم فى علاج الكوليرا وفى علاج التراكوما التى تسبب العمى عند تركها دون علاج. وفى عام ١٩٤٩ اكتشف «النيومايسين» وثبتت صلاحيته فى علاج أمراض الجسلد. وقد استعملت بعد ذلك عدة أنواع من هذه «المائيسينات» مثل «التراميسين» وهو من مجموعة «التترايسيكليينات» ومثل «الأوريومايسين»، كما استعمل «فايوميسين» و«باستراسين» فى علاج السل وعدوى الجروح على الترتيب، واستخدم حديثا الكلورامفينيكول والكيفالوسبورين والأمينو جليكوسيدات فى علاج كثير من الأمراض.



المضادات الحيوية والمواد المستخدمة فى التخدير
عبارة عن مواد كيميائية

وتتسبب المضادات الحيوية التى تؤخذ عن طريق الفم فى قتل بعض أنواع البكتيريا المفيدة فى أمعاء الإنسان، ولذلك ينصح باستخدام الفيتامينات، وخاصة فيتامين ب المركب، عند استخدامها فى العلاج.

مضادات الملاريا:

تعتبر الملاريا من الأمراض الخطيرة التي تنتشر في بعض الأماكن على هيئة وباء. وتتقل الملاريا عن طريق بعوضة الأنوفيليس، ولذلك تستخدم المبيدات مثل د. د. ت وغيرها في القضاء على هذه الحشرة. وتنتج المعامل الكيميائية عددا من المواد الكيميائية لعلاج المرضى بهذا الوباء، ومن أمثلتها «الاثيرين» و«الكلوروكين» و«البريماكين» وغيرها. وكانت «الكينين» وهي قلوانى يفصل من شجر السنكوتا تستخدم في علاج الملاريا الحثيئة من قبل، وما زالت تستخدم حتى الآن لمقاومة مرض الملاريا في بعض الدول الأفريقية وجنوب شرق آسيا.

انتصارات أخرى للكيمياء في مجال الدواء:

نجح الكيميائيون في تحضير كثير من المواد الكيميائية التي لها نفع كبير في العلاج من عديد من الأمراض، والتي ساعدت على تحسين صحة الإنسان، فقد أحرزوا نجاحا كبيرا في تركيب «الكورتيزون» بطرق كيميائية في معاملهم، واستخدم في علاج مرض الروماتيزم المفصلي. كذلك تمكنوا من صنع بعض مانعات تجلط الدم مثل «داي كومارول» و«الهيبارين» و«الدانيلون» (الفنندايون)، كما استنبطوا أدوية جديدة لتخفيض ضغط الدم، وأدوية أخرى لرفع ضغط الدم، كما حضروا بعض الهرمونات الذكرية والأنثوية التي أفادت في علاج ضعف التناسل، وابتكروا مواد كيميائية أخرى أفادت في كثير من مجالات العلاج، منها ما يفيد في علاج اللوكيميا وبعض أنواع مرض السرطان، وبذلك حققت الكيمياء مزيدا من الانتصارات في مختلف مجالات العلاج بالمركبات الكيميائية.

رقم الإبداع	٢٠٠٥ / ١١٢٩٤
I. S. B. N الترقيم الدولي	977 - 01 - 9708 - 4



إن القراءة كانت ولا تزال وسوف
تبقى، سيدة مصادر المعرفة،
ومبعث الإلهام والرؤية الواضحة ..
وعلى الرغم من ظهور مصادر
حديثه للمعرفة، وبرغم جاذبيتها
ومنافستها القوية للقراءة، فإنني
مؤمنة بأن الكلمة المكتوبة تظل هي
مفتاح التنمية البشرية، والأسلوب
الأمثل للتعلُّم، فهي وعاء القيم
وحافظة التراث، وحاملة المبادئ
الكبرى في تاريخ الجنس البشرى كله.

سوزanne مبارك

الحكمة
والعلم
والثقافة
الإنسانية

Bibliotheca Alexandrina



0535060

